

Universidade do Minho

Instituto de Educação e Psicologia

Mestrado em Educação

Tecnologia Educativa

*RobôCarochinha:*

Um Estudo Qualitativo sobre a  
Robótica Educativa no 1º ciclo do  
Ensino Básico

Célia Rosa Ribeiro

Braga

Outubro de 2006



## **Agradecimentos**

*Aos meus orientadores ...*

... pelos doutos conselhos, pela orientação, pela motivação.

*À minha família ...*

... pelo apoio, pela paciência, pela falta de tempo para corresponder a todas as solicitações ... esperando que o concretizar deste projecto possa significar dias mais risonhos !!

*À acolhedora comunidade da Robótica ...*

... pela paciência com a novata, pelo equipamento cedido e por todas as dicas e conselhos valiosos !! Um obrigado especial ao Jorge Reis, ao Cristóvão Dias, ao Filipe Lemos, ao José Teixeira, ...



*À Inês*

*E*

*À Sofia*

*A ti Miguel por tudo!*



## **Resumo**

A Robótica tem vindo a afirmar-se nos últimos anos como uma ferramenta pedagógica extremamente útil, ainda que emergente, em especial ao nível da educação científica e tecnológica. Neste contexto o 1º ciclo do Ensino Básico tem constituído o parente pobre, sendo raríssimos os estudos da aplicabilidade desta ferramenta neste nível de ensino.

Este trabalho visa colmatar esta lacuna, uma vez que se trata de um estudo que aborda o desenvolvimento de um projecto de Robótica envolvendo a construção e a programação de robôs Lego Mindstorms por alunos do 1º ciclo. O projecto passou pela dramatização com os robôs da história popular da “Carochinha”. Cada um dos robôs envolvidos representava uma das personagens da história e tinha que seguir um conjunto de passos que emergiam da própria sequência dos acontecimentos da mesma.

O estudo desenvolvido foi organizado em várias fases tendo incluído uma etapa de aprendizagem dos conceitos envolvidos por parte dos alunos participantes e o desenvolvimento da “peça” propriamente dita. Foram trabalhadas competências ao nível da Matemática, das Ciências, da Língua Portuguesa e das Expressões Dramática, Musical, Plástica e Tecnológica

O estudo realizado foi de índole qualitativa, inserindo-se num paradigma interpretativo da investigação educativa. Foram usados como instrumentos de recolha de dados a observação directa, os registos em vídeo, questionários e entrevistas e ainda os documentos produzidos pelos alunos. Estes foram usados para aferir da evolução dos participantes ao longo do projecto e das suas atitudes perante o mesmo. Foram analisadas as competências trabalhadas nas actividades, bem como a relação destas com as filosofias construtivista e construcionista do processo de ensino/ aprendizagem.

## **Abstract**

Robotics has become a very useful emergent pedagogical tool in the last few years, specially in the scientific and technological education. In this scenario, elementary education has been disregarded, being quite scarce the studies of the applicability of this tool to this teaching level.

This work aims at making a contribution to minimize this problem, making a study that involves the development of a Robotics project, that included the construction and programming of Lego Mindstorms robotics kits by elementary school students. The project has gone through the dramatization of the popular tale “Carochinha”. Each of the robots involved represented one of the characters in the play, that has to follow a number of steps that emerged from the sequence of events in the story.

The project was organized in a number of parts including a learning step where the students had to become acquainted with the main concepts involved in Robotics. Next, the dramatization of the play itself took place. A number of skills were developed in the areas of Mathematics, Science, Portuguese Language, Drama, Music, Arts and Technology.

The study was of a qualitative nature. A number of instruments was used to gather data, namely direct observation, video filming, questionnaires and interviews, and also documents produced by the students. These were used to evaluate the evolution of the students along the project and their attitudes. The skills needed to the activities were analyzed as well as the relationship with the constructivist/ constructionist approaches to the learning processes.



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização e motivação	1
1.2 Objectivos	3
1.3 Organização da dissertação	3
<b>2. ROBÓTICA EDUCATIVA</b>	<b>5</b>
2.1 Robótica: conceitos e notas históricas	5
2.1.1 O que é um robô?	5
2.1.2 O que é a robótica?	8
2.1.3 Contextualização histórica	9
2.1.4 Aplicações da robótica	11
2.2 Princípios e definições da Robótica Educativa	13
2.3 Plataformas para Robótica Educativa	14
2.3.1 O sistema Lego Mindstorms	14
2.3.2 Outras alternativas	25
2.4 Estado da Arte da Robótica Educativa	26
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO PEDAGÓGICA DA ROBÓTICA EDUCATIVA</b>	<b>33</b>
3.1 Bases teóricas da Tecnologia Educativa: do behaviorismo ao construtivismo	33
3.1.1 O Behaviorismo	33
3.1.2 O Cognitivismo	37
3.1.3 O Construtivismo	40
3.2 Papert e o construcionismo	43
3.2.1 Aprender, construindo	45
3.2.2 Objectos concretos	45
3.2.3 Ideias poderosas	46
3.2.4 Auto-reflexão	47
3.3 Estilos de aprendizagem e Inteligências múltiplas	47

<b>3.4 Potencialidades da Robótica Educativa no processo de ensino/ aprendizagem</b>	<b>50</b>
3.4.1 Motivação e entusiasmo dos alunos	50
3.4.2 Interdisciplinaridade	51
3.4.3 Resolução de problemas	51
3.4.4 Trabalho em equipa e competências de comunicação	52
3.4.5 Imaginação e criatividade	52
3.4.6 Raciocínio lógico e pensamento abstracto	52
3.4.7 Abordagem de áreas curriculares	53
3.4.8 A Robótica no 1º ciclo do Ensino Básico	54
<b>3.5 A Robótica Educativa e a investigação em Educação</b>	<b>59</b>
<b>4. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO DO ESTUDO</b>	<b>63</b>
<b>4.1 Natureza do estudo</b>	<b>63</b>
<b>4.2 Descrição do estudo</b>	<b>65</b>
4.2.1 Preparação do estudo: ambientação à Robótica e à plataforma Lego Mindstorms	68
4.2.2 Desenvolvimento do projecto RobôCarochinha	72
4.2.3 Apresentação do projecto à comunidade	76
<b>4.3 Sujeitos envolvidos no estudo e contexto</b>	<b>78</b>
4.3.1 A comunidade educativa	78
4.3.2 Os alunos participantes	79
<b>4.4 Instrumentos de recolha de dados</b>	<b>86</b>
4.4.1 Observação directa e filmagem vídeo	87
4.4.2 Questionários e entrevistas	88
4.4.3 Documentos produzidos pelos alunos	89
<b>4.5 Procedimentos adoptados para análise de dados</b>	<b>90</b>
<b>4.6 Conteúdos e competências abordadas</b>	<b>92</b>
4.6.1 Matemática	92
4.6.2 Estudo do Meio	92
4.6.3 Língua Portuguesa e expressões	94
4.6.4 Educação tecnológica	95
<b>5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>97</b>
<b>5.1 Evolução do comportamento / reacções dos alunos</b>	<b>97</b>

5.1.1 Fase de preparação: ambientação à Robótica	97
5.1.2 Fase de desenvolvimento do projecto “RobôCarochinha”	102
<b>5.2 Análise dos inquéritos e entrevistas dos alunos</b>	<b>109</b>
<b>5.3 Estudo individual dos sujeitos</b>	<b>115</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>121</b>
6.1 Síntese e análise crítica do trabalho realizado	121
6.2 Contribuições do trabalho	123
6.3 Limitações do trabalho realizado	124
6.4 Sobre o papel da investigadora / professora	125
6.5 Trabalho futuro	125
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>127</b>
<b>ANEXO A - FUNÇÕES DO ROBOLAB</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO B - PRÉ-QUESTIONÁRIO</b>	<b>141</b>
<b>ANEXO C - RESPOSTAS AO PRÉ-QUESTIONÁRIO</b>	<b>143</b>
<b>ANEXO D - GUIÃO DE EXERCÍCIOS DE PROGRAMAÇÃO</b>	<b>147</b>
<b>ANEXO E - A HISTÓRIA DA CAROCHINHA</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO F - PÓS-QUESTIONÁRIO</b>	<b>153</b>
<b>ANEXO G - RESULTADO DAS ENTREVISTAS</b>	<b>155</b>
<b>ANEXO H - FOTOS DO PROJECTO</b>	<b>167</b>
<b>ANEXO I - PROGRAMAÇÃO DOS ALUNOS</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO J - NOTÍCIA DO JORNAL DE NOTÍCIAS</b>	<b>187</b>

## **ANEXO K - NOTICIA NO DIÁRIO DO MINHO**

**189**

## Lista de figuras

Figura 1 - Robô de exploração espacial da NASA.....	5
Figura 2 - Robô industrial usado na indústria automóvel.....	6
Figura 3 - O robô ASIMO desenvolvido pela Honda.....	7
Figura 4 - Ilustração de uma das invenções de Al-Jazari .....	9
Figura 5 - O robô Aibo da Sony .....	12
Figura 6- Ilustração de um jogo da RoboCup (liga de robôs pequenos) .....	13
Figura 7 - O RCX: a unidade de controlo do sistema Lego Mindstorms e respectivos interfaces.....	16
Figura 8 - Ilustração dos sensores de toque e luz e dos motores.....	18
Figura 9 - Um exemplo de programa no Robotics Invention System.....	20
Figura 10 - Ecran inicial do Robolab.....	21
Figura 11 - Ecran com a secção "Programmer" do RoboLab .....	22
Figura 12 - Exemplo de um programa desenvolvido no nível "Pilot 3" do Robolab.....	22
Figura 13 - Exemplo de um programa desenvolvido no nível "Inventor 4" do Robolab.....	23
Figura 14 - Principais paletas de funções do Robolab.....	32
Figura 15 - Componentes básicos de processamento de informação (Tennyson,1990) .....	38
Figura 16 - Apresentação dos robôs às crianças.....	68
Figura 17 - Construção dos robôs com material lego .....	70
Figura 18 - Robô a percorrer a mesa rectangular.....	72
Figura 19 - Cenário 1 .....	74
Figura 20 - Cenário 2 - execução do projecto.....	76
Figura 21 - Cenário 2.....	76
Figura 22 - Apresentação do projecto à comunidade robótica no IPJ ...	78
Figura 23 - Robô Boi.....	81
Figura 24 - Robô Cão .....	82
Figura 25 - Robô Gato .....	84
Figura 26 - Robô João Ratão.....	85

Figura 27 - Robô Carochinha.....	86
Figura 28 - Testes no Cenário inicial .....	102
Figura 29 - Cenário Final .....	107
Figura 30 - Fotos da construção dos robôs .....	169
Figura 31 - Programação do Cenário Inicial .....	171
Figura 32 - Programação do Cenário Final.....	176
Figura 33 - Programação do Metro pelo João Ratão .....	178
Figura 34 - Programação da Mesa Rectangular pelo João Ratão .....	178
Figura 35 - Programação do percurso do João Ratão no Cenário Inicial .....	179
Figura 36 - Programação do Percurso do João Ratão no Cenário Final .....	179
Figura 37 - Programação da mesa rectangular pelo Gato .....	180
Figura 38 - Programação no Cenário Inicial pelo Gato .....	180
Figura 39 - Programação no Cenário Final pelo Gato .....	181
Figura 40 - Programação da mesa rectangular pelo Boi .....	182
Figura 41 - Programação Cenário Inicial pelo Boi .....	182
Figura 42 - Programação no Cenário Final pelo Boi.....	182
Figura 43 - Programação da mesa rectangular pelo Cão .....	183
Figura 44 - Programação do Cenário Inicial pelo Cão .....	183
Figura 45 - Programação do Cenário Final pelo Cão .....	183
Figura 46 - Programação da Carochinha a varrer .....	184
Figura 47 - Programação da Carochinha desde o varrer até ao dizer não ao gato .....	184
Figura 48 - Programação do "não" pela Carochinha .....	185
Figura 49 - Programação Carochinha - não devagar.....	185
Figura 51 - Tentativa de programação da marcha nupcial.....	185
Figura 52 - Programação Final da Carochinha .....	186

## **Lista de tabelas**

Tabela 1 - Estrutura das actividades desenvolvidas no estudo. ....	67
Tabela 2 - Instrumentos de recolha de dados vs categorias de análise	91
Tabela 3 - Competências trabalhadas nas actividades ao nível da área curricular de Matemática .....	93





# 1. Introdução

## 1.1 Contextualização e motivação

A procura de novas ferramentas que sejam eficazes no processo de ensino/ aprendizagem faz parte das aspirações de qualquer profissional de educação. O objectivo último de qualquer professor é uma ferramenta que motive os alunos e potencie a aprendizagem do leque mais abrangente possível de conteúdos. Periodicamente surgem alguns instrumentos inovadores que lançam uma luz de esperança sobre professores, alunos, pais e encarregados de educação. Algumas destas ferramentas vingam no competitivo mundo da educação e vencem o árduo teste dos tempos .... outras não e acabam por permanecer como lembranças longínquas apenas na memória de alguns.

Nenhum instrumento tem oferecido tantas esperanças à educação como a tecnologia, e em particular as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Estas têm prometido, ou fomentado promessas, de grandes revoluções ... embora o seu impacto nas salas de aula dos níveis mais elementares da educação ainda esteja muito longe de atingir os níveis desejados. De qualquer forma é hoje inegável que as TIC desempenham já um papel importante como ferramentas privilegiadas ao serviço dos professores e da educação em geral e a questão que se coloca já não é se devemos ou não utilizar as TIC em contexto educativo, mas antes como devemos utilizá-las para delas tirar o melhor proveito.

Neste contexto surge a **Robótica Educativa (RE)** que se tem vindo a afirmar progressivamente no panorama educativo ao longo dos últimos anos. De facto, potenciado pelo grande desenvolvimento tecnológico, com a importante evolução nas tecnologias da construção e programação de robôs, bem como a baixa progressiva dos custos, este novo campo tem conhecido importante desenvolvimento em alguns países.

O potencial educativo desta nova ferramenta no ensino / aprendizagem em diversas áreas, com especial relevo para a Matemática, as Ciências Físicas e Naturais e a Educação Tecnológica tem sido motivo de entusiasmo por todos os actores deste processo, quer professores, quer alunos e mesmo pais e encarregados de educação. Mas se é inegável o entusiasmo de todos aqueles que já a utilizam no quotidiano, ou mesmo daqueles que apenas tiveram oportunidade de uma experiência esporádica, muitas questões permanecem em aberto na utilização desta ferramenta nos diversos contextos educativos.

De facto, a utilização da Robótica em tarefas pedagógicas não tem progredido de forma homogénea, tratando-se ainda de casos isolados e não de uma estratégia sistemática de adopção de uma nova ferramenta e sua inclusão nos curricula dos diversos níveis de ensino. Muitas razões se perfilam para este facto, desde a falta de formação dos professores, ao custo dos materiais, à inexistência de materiais pedagógicos desenvolvidos que possam ser trabalhados por professores e alunos na sala de aula.

Muitas das questões anteriores dever-se-ão, sem dúvida, à prematuridade desta tecnologia e da sua aplicação neste contexto e serão resolvidos com naturalidade com a evolução da mesma. Neste processo, será importante que as Ciências da Educação cumpram o seu papel e desenvolvam estudos que respondam a questões como as seguintes:

- Os alunos aprendem com a Robótica?
- De que forma é que os alunos aprendem e em que medida esta aprendizagem difere da potenciada por outras ferramentas?
- Que faixas etárias têm mais a ganhar com esta ferramenta?
- Que tipos de conteúdos se podem ensinar com a Robótica?
- Que diferenças individuais (e.g. sexo) existem que possam condicionar a aprendizagem dos alunos, quando estes se envolvem em actividades de Robótica?

Trata-se indubitavelmente de uma tarefa grandiosa responder a tudo isto e ainda mais poder transformar estas respostas numa verdadeira inclusão da Robótica nos curricula das diversas disciplinas e níveis de ensino. Mas desta tarefa e dos seus resultados dependerá o futuro desta tecnologia como uma

ferramenta poderosa a dar os seus frutos no panorama da Educação ou apenas como mais uma esperança que se desvaneceu ...

## **1.2 Objectivos**

A questão geradora da investigação a realizar será a seguinte:

“Será a Robótica um instrumento apropriado para que crianças, alunos do 1º ciclo do Ensino Básico, possam aprender, adquirindo competências que contribuam para a sua formação de base? “

Esta questão poderá ser segmentada nos seguintes aspectos:

- Será que as actividades de Robótica motivam os alunos do 1º ciclo do Ensino Básico para a aprendizagem?
- Será que a utilização de kits de Robótica, que permitem a construção e programação de robôs, é adequada para o nível etário do 1º ciclo do Ensino Básico?
- Que componentes dos programas do 1º ciclo do Ensino Básico podem ser abordados recorrendo à implementação de actividades de Robótica Educativa?
- Serão as actividades de Robótica susceptíveis de promover a aquisição de competências do 1º ciclo do Ensino Básico e em caso afirmativo quais?

## **1.3 Organização da dissertação**

A dissertação será organizada da seguinte forma:

- No capítulo 2, descrevem-se os principais conceitos associados ao campo da Robótica em geral e da sua aplicação como ferramenta educativa em particular;
- No capítulo 3, faz-se uma análise das potencialidades educativas da Robótica no contexto das principais teorias educativas que fundamentam o campo da Tecnologia Educativa;
- No capítulo 4, faz-se uma descrição do estudo desenvolvido, apresentando-se a sua fundamentação, enunciando-se os seus objectivos e descrevendo-se as acções implementadas e os instrumentos utilizados;
- No capítulo 5, apresentam-se os resultados do estudo realizado e apresenta-se uma discussão da sua relevância;
- Finalmente, no capítulo 6 apresentam-se as conclusões do trabalho e listam-se caminhos para possível trabalho futuro.

## **2. Robótica Educativa**

### **2.1 Robótica: conceitos e notas históricas**

Será consensual pensar que antes de se poder falar de Robótica Educativa, urge definir o que é um robô e o que é a Robótica e os conceitos que lhe estão associados. Este é o objectivo desta secção que fornece assim o contexto para se poder discutir a Robótica Educativa de uma forma mais contextualizada e fundamentada.

#### **2.1.1 O que é um robô?**

O ponto de partida natural será apresentar uma definição de robô. A maioria de nós será com toda a certeza capaz de identificar um robô, mas terá algumas dificuldades em elaborar uma definição abrangente.

De facto, muitos dos robôs que povoam o nosso imaginário, como sejam os famosos R2D2 ou C-3PO do filme “A Guerra das Estrelas”, os cães AIBO da Sony, os robôs espaciais da exploração de Marte da NASA (Figura 1) ou os Lego Mindstorms terão muito pouco em comum entre si e com os robôs muito usados ao nível industrial (Figura 2).



**Figura 1 - Robô de exploração espacial da NASA**

Alguns investigadores e associações têm tentado resolver esta questão. Uma definição aceite por muitos investigadores na área identifica um robô como sendo um corpo capaz de efectuar movimentos que é comandado por um “cérebro” programável capaz de o controlar.



**Figura 2 - Robô industrial usado na indústria automóvel**

Segundo o *Robot Institute of America* um robô é: “A reprogrammable, multifunctional manipulator designed to move material, parts, tools, or specialized devices through various programmed motions for the performance of a variety of tasks” ([http://www.robotics.utexas.edu/rrg/learn\\_more/history](http://www.robotics.utexas.edu/rrg/learn_more/history)).

De acordo com o Dicionário Universal de Língua Portuguesa, a palavra tem origem no termo “robota” da língua checa que significa “trabalho penoso ou forçado”. Ainda segundo este dicionário um robô é uma “máquina ou autómato, por vezes de configuração que imita a humana, capaz de se mover e de realizar certas tarefas (substituindo o homem), bem como de aprender a interagir com o seu meio” (Dicionário Universal de Língua Portuguesa pág. 1253)

Destas definições retira-se a ideia básica de que há um robô quando existem tarefas que implicam movimento ou trabalho mecânico e a possibilidade de se controlarem estes movimentos pela própria máquina, envolvendo um processo prévio de programação por parte do utilizador. De facto, uma das características que distingue um robô de outros mecanismos electrónicos é a de que, uma vez programado, o robô tem autonomia na

realização das suas tarefas e não necessita de um comando directo do utilizador. Para o efeito um robô tem como componente básica algum dispositivo de computação que lhe permite controlar as suas acções mediante informações recolhidas do ambiente. Por este facto, os robôs são normalmente reprogramáveis, o que implica que se pode alterar o comportamento de um robô simplesmente alterando o programa que comanda as suas acções.

Uma questão também abordada pela definição de robô diz respeito à tentativa de imitar os seres humanos. Os robôs que imitam a forma humana são tipicamente designados por andróides e um exemplo típico é o robô ASIMO desenvolvido pela Honda (Figura 3).



**Figura 3 - O robô ASIMO desenvolvido pela Honda**

Um robô é tipicamente programado pelo seu utilizador para reagir a um determinado conjunto de informações do ambiente onde está inserido. De forma a que o robô possa ter esta informação disponível, os robôs dispõem de um conjunto de sensores, ou seja, de dispositivos que permitem medir vários tipos de condições ambientais e transmitir esta informação ao robô. Existem diversos tipos de sensores:

- Câmaras ou outros sistemas de visão artificial, ou mais simplesmente sensores de luz;
- Sensores de toque (ou força/ pressão);
- Sensores de temperatura ou humidade;
- Sensores de rotação ou posição angular;

- Sensores de som;
- Etc.

Paralelamente, de forma a permitir que o robô possa realizar alguma tarefa, este está sempre equipado com algum tipo de actuador, ou seja, um dispositivo que permite actuar sobre o ambiente onde o robô está inserido. Os actuadores mais comuns são os motores que são usados pelo robô para accionar diversos tipos de mecanismos (e.g. rodas, roldanas, braços mecânicos, etc).

### 2.1.2 O que é a robótica?

A palavra “robótica”, por seu lado, refere-se ao estudo e à utilização de robôs, sendo uma área multidisciplinar, que integra disciplinas como a Matemática, a Engenharia Mecânica, a Engenharia Eletrotécnica, a Inteligência Artificial, entre outras. Este termo terá sido usado em primeiro lugar por Isaac Asimov no seu conto “Runaround”, publicado em 1942. A este seguiram-se outros contos reunidos numa colecção de título “I Robot”. Foi também Asimov que propôs um conjunto de três leis para a Robótica, às quais adicionou uma lei zero posteriormente:

- **Lei zero:** Um robô não pode prejudicar a humanidade ou através da ausência de acção permitir que ela seja prejudicada.
- **Lei um:** Um robô não pode prejudicar um ser humano ou através da ausência de acção permitir que ele seja prejudicado, a não ser que neste caso a lei zero seja violada.
- **Lei dois:** Um robô deve obedecer a ordens dadas por seres humanos, a não ser quando estas violem a lei um.
- **Lei três:** Um robô deve proteger a sua existência desde que esta protecção não entre em conflito com as leis anteriores.



### 2.1.3 Contextualização histórica

A ambição de construir robôs parece ter sido comum a diversas civilizações, como o provam a lenda de Pigmalião com a sua estátua de Galateia que se tornou viva ou o facto do deus Vulcano ter criado um verdadeiro exército de servos mecânicos para efectuarem variadíssimas tarefas. E pode ainda encontrar-se a lenda judaica de Golem, mais uma estátua animada.

Historicamente, parece haver razões para crer que terão sido os gregos a construir os que poderão ser chamados de os primeiros robôs. Ctesibius, no século III a.C., construiu relógios de água com figuras móveis. Heron de Alexandria (sec. I) terá realizado diversas invenções da área da automação, incluindo uma que alegadamente conseguia falar.

Os árabes, por seu lado, deram uma aplicação mais prática tendo desenvolvido alguns dispositivos robóticos com aplicações na higiene. Al-Jazari (século XII) desenvolveu inúmeras máquinas tais como relógios de água e outros aparelhos de cozinha e mecanismos musicais todos funcionando a água.



Figura 4 - Ilustração de uma das invenções de Al-Jazari

É claro que a história da Robótica terá também que contemplar uma página sobre o que terá sido o maior inventor de toda a história, Leonardo Da Vinci. Este desenvolveu os planos de um cavaleiro que se deveria mover

autonomamente, mas como se tivesse no seu interior uma pessoa. Este artefacto que alguns designam por “Robô de Leonardo” era usado para entretenimento da realeza.

O desenvolvimento inicial da Robótica moderna baseou-se na automatização de operações industriais tendo tido início no século XVIII, na indústria têxtil, com o aparecimento dos primeiros teares mecânicos. Com a revolução industrial, procurou-se maximizar a produtividade através da automação de muitas tarefas. No entanto, a criação de verdadeiros robôs não foi possível até à invenção do computador em 1940.

Foi apenas depois da II Grande Guerra, que se formou a primeira empresa a apostar no desenvolvimento comercial de robôs, formada por um engenheiro Joseph Engelberger (também conhecido por o “pai da robótica”) e um inventor George Devol. O seu primeiro robô, o “Unimate”, lançado em 1962, tinha como objectivo automatizar algumas tarefas industriais e um dos seus primeiros clientes foi a General Motors, tendo tido sucesso assinalável de tal modo que ainda hoje é produzido.

Um ano mais tarde John McCarthy deixa o MIT e forma o Artificial Intelligence Lab em Stanford, onde em 1966 nasce o primeiro robô (“Shakey”) capaz de reagir às suas próprias acções. É também aqui que é desenvolvido em 1969 o primeiro braço robótico e em 1970 o primeiro robô (de nome “Stanford Cart”) capaz de seguir uma linha: Este robô mais tarde evoluiria para um robô capaz de evitar obstáculos, que em 1979 passou incólume por uma sala cheia de cadeiras.

Em 1968, Stanley Kubrick cria a personagem “Hal” do filme “2001: Odisseia no Espaço” e em 1977 surge o filme “Guerra das Estrelas” e os famosos robôs R2-D2 e C-3PO. A Robótica chega assim ao cinema e ao imaginário de todos.

Em 1986, a Lego lança os robôs “Lego TC Logo”, que são construídos usando peças Lego e programados usando a linguagem Logo, que Seymour Papert havia criado no MIT Media Lab, 6 anos antes. Em 1989, Papert junta-se mesmo à Lego. Em 1998 é lançada a série Lego Mindstorms, que parafraseia o nome de uma obra anterior de Papert, com o modelo Robotics Invention System 1.

Em 1993 um robô com 8 pernas produzido na universidade de Carnegie Mellon é lançado na Antártida para recolher informações. A primeira versão falha mas a segunda lançada um ano depois é um sucesso. Em 1996 um robô-atum é lançado no mar para recolher informações sobre os oceanos e a vida marítima. Nos últimos anos, tem sido a NASA e outras agências espaciais a usar robôs para a exploração de outros planetas.

Actualmente o número de robôs desenvolvidos quer a nível comercial quer a nível de investigação tem vindo a crescer de forma muito relevante. As suas aplicações, como se verá de seguida, são variadas e as perspectivas são de que os dispositivos robóticos se tornem omnipresentes na sociedade moderna a curto/ médio prazo.

#### **2.1.4 Aplicações da robótica**

O facto de poderem realizar diversos tipos de tarefas mecânicas e repetitivas com rapidez e eficiência levou a que os robôs fossem largamente adoptados em ambientes industriais. De facto a sua precisão nos movimentos, a velocidade, o custo, a robustez e a sua maior fiabilidade conduziram à progressiva substituição da mão-de-obra humana em diversos tipos de tarefas rotineiras. A indústria automóvel constitui um exemplo notável, onde os robôs podem executar tarefas como a pintura ou a montagem. Ainda em ambiente industrial é comum descobrir robôs a fazerem transporte de mercadorias seguindo linhas ou percursos pré-definidos.

Uma outra das vantagens na utilização da Robótica passa pela capacidade de realizar tarefas com grande precisão, o que abre perspectivas de utilização em diversas áreas como sejam a Medicina, a Nanotecnologia ou a realização de trabalho de investigação em laboratório (e.g. na investigação em Biologia).

É comum que os robôs sejam também usados para realizar tarefas que de alguma forma possam ser perigosas, sejam impossíveis ou haja razões técnicas para que estas não sejam realizadas por seres humanos. Um dos principais exemplos é a exploração de outros planetas. De facto, e como exemplo paradigmático, para a exploração do planeta Marte, a NASA

desenvolveu em 2004 dois robôs (“Spirit” e “Opportunity”) para percorrerem a superfície do planeta e enviarem para a Terra informações científicas. Outras aplicações podem ser encontradas na desminagem de bombas, na mineração ou na limpeza de resíduos tóxicos.

Ao nível doméstico, as aplicações têm também sido cada vez mais comuns. Neste momento, existem já opções ao nível da aspiração de habitações e do corte de relvados, que são economicamente viáveis (no final de 2004 os robôs aspiradores haviam já sido vendidos a mais de 1 milhão de clientes). Um exemplo, são os robôs “Roomba” para aspiração e “Scooba” para limpeza do chão da iRobot Corporation.

Uma das principais aplicações da Robótica será na área da Educação, embora dado ser esse o tema desta tese não seja mais aprofundado nesta secção. Por outro lado, e num campo relacionado, as aplicações da Robótica no âmbito do entretenimento são diversas. Para além da série Lego Mindstorms, que será abordada em pormenor mais adiante, casos paradigmáticos são os robôs da Sony (o cão “Aibo” lançado em 1999, Figura 5) e da Honda (o robô humanóide “ASIMO” lançado em 2000).



**Figura 5 - O robô Aibo da Sony**

Num campo relacionado tem-se tornado cada vez mais populares as competições de Robótica, que envolvem adultos e crianças um pouco por todo o mundo. Neste âmbito é de realçar o projecto RoboCup (Kitano, 1995) que reúne diversos tipos de competições de futebol robótico quer com robôs de diversos tamanhos quer com ambientes de simulação robótica. Este projecto visa criar um grande desafio que promova a investigação em Robótica a nível

mundial para a Robótica a nível mundial. O objectivo seleccionado visa desenvolver uma equipa de robôs autónomos capaz de jogar ao nível da melhor equipa mundial de futebol no ano de 2050.



**Figura 6- Ilustração de um jogo da RoboCup (liga de robôs pequenos)**

Integrado neste projecto tem vindo a ser desenvolvidas competições para crianças (RoboCup Jr) que se detalharão num outro ponto deste texto. Também neste âmbito podem apontar-se as competições integradas na First Lego League (FLL) que já há alguns anos têm reunido milhares de crianças por esse mundo e que serão igualmente apresentadas em mais detalhe adiante.

## **2.2 Princípios e definições da Robótica Educativa**

Desde há décadas que vêm sendo desenvolvidas em diversos pontos do mundo experiências com a utilização da Robótica como ferramenta educativa, com especial incidência ao nível do ensino universitário, mas envolvendo em alguns casos o ensino secundário ou básico.

É claro que se pode pensar a introdução da Robótica no ensino como mais um conteúdo, a ensinar ou *explicar* aos alunos, numa perspectiva mais tradicional (Teixeira, 2005). Esta será porventura uma prática de alguns cursos universitários mais técnicos relacionados com a electrónica ou a automação.

Para que fique claro no restante da dissertação referir-se-á sempre aqui a Robótica Educativa na perspectiva de uma ferramenta abrangente, que pode ser usada nos diversos níveis de ensino e como forma de abordar diversos conteúdos e que é integrada no ensino numa perspectiva construtivista, sobre a qual nos deteremos mais em detalhe no próximo capítulo.

Chella (2002) oferece uma definição de Robótica Educativa que se insere neste espírito ao defini-la como um “ambiente constituído pelo computador, componentes electrónicos, electromecânicos e programa, onde o aprendiz, por meio da integração destes elementos, constrói e programa dispositivos automatizados com o objectivo de explorar conceitos das diversas áreas do conhecimento”.

No capítulo seguinte far-se-á uma abordagem mais aprofundada às potencialidades educativas da Robótica e às teorias pedagógicas que a fundamentam. Nas próximas secções serão apresentadas em detalhe as principais plataformas usadas na Robótica Educativa e será apresentada uma resenha do que mais importante foi sendo realizado nesta área, quer em Portugal quer no resto do mundo.

## ***2.3 Plataformas para Robótica Educativa***

São diversas as formas em que se apresentam os materiais que servem de base às actividades de Robótica Educativa. Neste caso, duas grandes hipóteses se colocam: usar kits desenvolvidos por um dado fabricante e que incluem já um conjunto de materiais pré-estabelecidos ou, em alternativa, usar materiais de uso corrente e a partir destes construir os robôs e todo o material necessário.

Uma vez que a última alternativa, embora aliciante do ponto de vista educativo, só está ao alcance de alguns com os conhecimentos técnicos necessários, será dado especial ênfase neste trabalho aos kits já desenvolvidos por fabricantes.

### **2.3.1 O sistema Lego Mindstorms**

#### **Nota histórica**

A empresa de brinquedos Lego tem uma longa tradição no desenvolvimento e comercialização de brinquedos com características inovadoras e que juntam à sua componente lúdica uma faceta pedagógica que

nunca foi descurada pela marca. Há já perto de 30 anos que a Lego comercializa brinquedos que incluem componentes electrónicos no seu funcionamento. Não será de estranhar que esta empresa tenha procurado ter um papel de liderança ao nível das componentes de entretenimento e educação no que à Robótica diz respeito.

Neste sentido, no início dos anos 80 a Lego procurou junto do MIT uma colaboração no sentido de poder criar robôs que fossem controlados por programas de computador de uma forma interessante para as crianças. É claro que esta colaboração se baseava no trabalho pioneiro que no MIT era desenvolvido por Seymour Papert, nomeadamente no desenvolvimento da linguagem Logo, que permitia programar o movimento de uma tartaruga no monitor de um computador.

Este aliás era apenas o mais visível dos seus trabalhos ao nível da tecnologia educativa, no seguimento de uma linha claramente próxima do construtivismo á qual se foi dando o nome de construcionismo. Esta questão será abordada com mais detalhe no próximo capítulo.

Como resultado da parceria estabelecida surgiu em 1986 o *Lego TC Logo* onde os robôs construídos com peças Lego podiam ser programados usando a linguagem Logo.

Esta parceria continuaria a dar os seus frutos e em 1998, fruto também do trabalho de M. Resnick o primeiro sistema da Lego Mindstorms vê a luz do dia, com a designação de *Robotics Invention System*. O sucesso comercial deste kit é bastante assinalável, fruto também de um baixo custo e são vendidas 80000 unidades em cerca de 3 meses. As potencialidades do RCX, o cérebro do kit, bem como as inúmeras interfaces de programação disponíveis acabaram por transformar o mercado deste produto e levar a que fosse essencialmente adquirido por adultos (Teixeira, 2005).

Em termos históricos, resta referir que após um período de entusiasmo, a Lego entrou num período em que a aposta na área da Robótica pareceu vacilar um pouco. Este período foi recentemente terminado (já em 2006) com o lançamento do novo kit de robótica baseado num novo bloco central, o NXT, que substitui o já “desgastado” RCX. Resta esperar e testar o novo material a ver que novas aventuras reserva aos seus mais ferrenhos adeptos.

## Hardware do sistema Lego Mindstorms

O kit Lego Mindstorms tem na sua base os seguintes componentes de hardware:

### a) O controlador **RCX**

Constitui a unidade de controlo de todos os robôs que podem ser construídos com o kit (Figura 7). Este componente é o cérebro do robô executando os programas que são carregados na sua memória e sendo capaz de interagir com o ambiente a partir de sensores e actuadores (tipicamente motores).



**Figura 7 - O RCX: a unidade de controlo do sistema Lego Mindstorms e respectivos interfaces**

O bloco RCX tem como dimensões físicas: 9,5 cm (comprimento), por 6,3 cm (largura) e 4 cm de altura. Os seus interfaces de entrada permitem a ligação de três sensores e as saídas permitem comandar três dispositivos de saída, tipicamente motores (Figura 7). Todos os interfaces de entrada e saída



do RCX, bem como todas as outras ligações neste kit, são conseguidos através da interconexão de peças Lego que incorporam contactos metálicos.

O RCX possui um visor LCD que transmite informações ao utilizador como sejam o estado das baterias, o programa seleccionado ou o estado das portas de entrada/saída. Possui ainda um altifalante que permite emitir sons, tornando-o capaz inclusive de reproduzir algumas músicas.

Por outro lado, o RCX dispõe de quatro botões com as seguintes funções:

- Botão “On-Off”: ligar/ desligar o RCX;
- Botão “Run”: executar programas em memória;
- Botão “Prgm”: seleccionar programas;
- Botão “View”: monitorizar entradas e saídas.

Em termos de hardware o RCX contém um microcontrolador Renesas H8/300 de 8 bits a 16 MHz como processador interno. Em termos de memória, a capacidade consta de 16 kBytes de ROM e de 32 kBytes de RAM estática. Uma boa parte da memória (cerca de 80%) é ocupada com o software base do robô, ficando o restante disponível para programas do utilizador, até um máximo de 5 distintos.

De forma a poder comunicar com o exterior o RCX possui um emissor/receptor de infra-vermelhos que lhe permite comunicar com o computador podendo receber os programas, permite a comunicação entre vários RCX e ainda permite usar telecomandos para controlar o RCX.

## b) Sensores

Os sensores que são suportados para recolher informação do ambiente e a transmitir ao controlador (RCX). Em todos os kits básicos são incluídos:

- Sensores de **toque**: permitem detectar obstáculos pelo toque, sendo essencialmente uma espécie de interruptor que é fechado quando é pressionado e aberto quando o sensor é largado (Figura 8).
- Sensores de **luz**: capazes de medir a intensidade luminosa de uma dada fonte (Figura 8). Retorna valores entre 1 (escuro) e 100 (claro),

que não correspondem a nenhuma escala standard de medida de luminosidade (Wang, 2004).

Outros sensores não são incluídos nos kits básicos mas podem ser adquiridos à Lego de forma separada, como sejam os sensores de rotação ou de temperatura. Outros ainda podem ser adaptados para funcionar com o RCX, podendo dessa forma ligar-se sensores de pressão atmosférica, de pH ou de humidade relativa (Teixeira, 2005).



**Figura 8 - Ilustração dos sensores de toque e luz e dos motores**

#### c) Motores

O RCX possui 3 saídas nas quais se pode fazer variar a tensão e que pode ser usado para acender/ apagar uma lâmpada ou ligar os motores que vêm incluídos nos kits e que podem servir para diversos tipos de actividades mecânicas. A tensão da saída pode variar entre determinados limites, permitindo ao nível da programação que se especifique o grau da força a aplicar nos motores.

Os motores standard (Figura 8) fornecidos nos kits básicos têm um elevado binário, pesando 28 gramas e sendo capazes de efectuar 340 rotações por minuto.

#### d) Peças para construção

Uma das vantagens do sistema Lego Mindstorms passa pela possibilidade de utilização, no processo de construção do robô, de todas as

peças disponíveis no catálogo da Lego. Deste modo, torna-se possível uma infundável série de construções distintas.

Para além dos componentes anteriores, os kits de educação da Lego Mindstorms trazem um conjunto de várias centenas de peças técnicas que incluem peças de construção, vários tipos de rodas e jantes, bem diversos tipos de conectores, permitindo construir eixos, braços articulados, rodas dentadas, alavancas, roldanas e muitos outros artefactos mecânicos.

#### e) Torre de comunicação com o computador

Para permitir a comunicação entre o computador e o RCX existe uma torre de infra-vermelhos que se liga ao computador (via uma porta série ou USB) e tem capacidade de comunicar com o RCX, em distâncias curtas. Esta torre é tipicamente usada para descarregar programas do computador para o RCX.

### **Ferramentas de programação do sistema Lego Mindstorms**

Existem diversas alternativas ao nível da programação dos kits Lego Mindstorms, quer para uso com crianças nos kits de educação (como seja o Robolab ou o RIS) quer para programadores (como por exemplo as ferramentas para programação em NQC ou o compilador leJOS). Dado o âmbito deste trabalho, esta apresentação será limitada ao primeiro grupo, tendo especial atenção ao Robolab que foi usado no estudo empírico.

O Robotics Invention System (RIS) constitui o kit mais “popular” da série Lego Mindstorms. Este kit generalista vem equipado com uma ferramenta de programação visual bastante simples e intuitiva, em que os programas são construídos em blocos sequenciais, onde cada bloco representa uma instrução dada ao robô.

Esta ferramenta permite a programação simples e rápida de algumas tarefas, permitindo a utilização do robô em horas (ou minutos) mesmo por crianças (ou adultos) que nunca o tenham utilizado antes. Um exemplo é ilustrado pela Figura 9. Por outro lado, apresenta também algumas limitações importantes, nomeadamente ao nível das instruções que podem ser utilizadas.

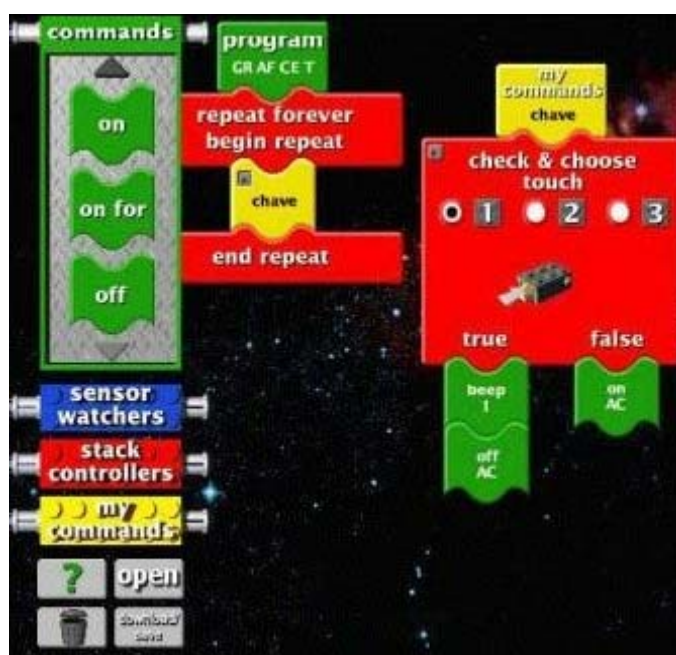


Figura 9 - Um exemplo de programa no Robotics Invention System

A ferramenta Robolab, desenvolvida por uma parceria entre a Lego, a National Instruments e a Tufts University, constitui-se como uma alternativa um pouco mais complexa ao nível da programação mas com maiores potencialidades. Esta ferramenta possui diversos níveis de utilização que permitem uma evolução dos seus utilizadores que, aumentando as suas potencialidades, torna um pouco mais complexo o processo de programação.

O Robolab tem a sua base na ferramenta LabView da National Instruments, cujo base é a programação visual e que é usada a nível industrial para programação e interligação de diversos componentes electrónicos. Com o desenvolvimento do Robolab pretendeu criar-se um software suficientemente simples para ser acessível quer a crianças, quer a adultos mas que não limitasse as potencialidades dos equipamentos (Portsmore et al, 2001).

Neste texto será descrita a versão 2.5.4 do software, pois sendo a última disponível foi a usada no trabalho desenvolvido. Nesta versão estão disponíveis duas secções para programação do robô: “Programmer” e “Investigator”, bem como uma secção de administração que permite configurar algumas opções de funcionamento do software e da sua interligação com o robô (Figura 10).



Figura 10 - Ecran inicial do Robolab

A secção “Programmer” permite o desenvolvimento de programas que podem ser descarregados para o robô de forma a realizar as tarefas pretendidas e será a opção usada em todos os programas discutidos no âmbito deste trabalho. Por outro lado, o ambiente “Investigator” é mais complexo permitindo diversas operações de aquisição e análise de dados, que não serão discutidas neste âmbito. Uma abordagem bastante completa deste ambiente pode ser encontrada em (Teixeira, 2005).

Na secção “Programmer”, existem diversos níveis de utilização divididos em dois grupos (cada um deste grupos está ainda subdividido em 4 sub-níveis de complexidade crescente, Figura 11) (Wang, 2004):

- **Pilot:** é o modo de programação mais simples, contendo programas pré-definidos com um conjunto sequencial de instruções individuais que podem ser alteradas. Os programas construídos nestes níveis são sempre correctos, no sentido de que compilam e executam (embora possam não corresponder às intenções do programador). Ao longo dos 4 níveis, os programas vão-se tornando progressivamente mais extensos, realizando tarefas mais complexas (na Figura 12 encontra-se representado um exemplo de um programa no nível “Pilot 3”). Estes níveis poderão ser usados para uma introdução progressiva à programação no Robolab.

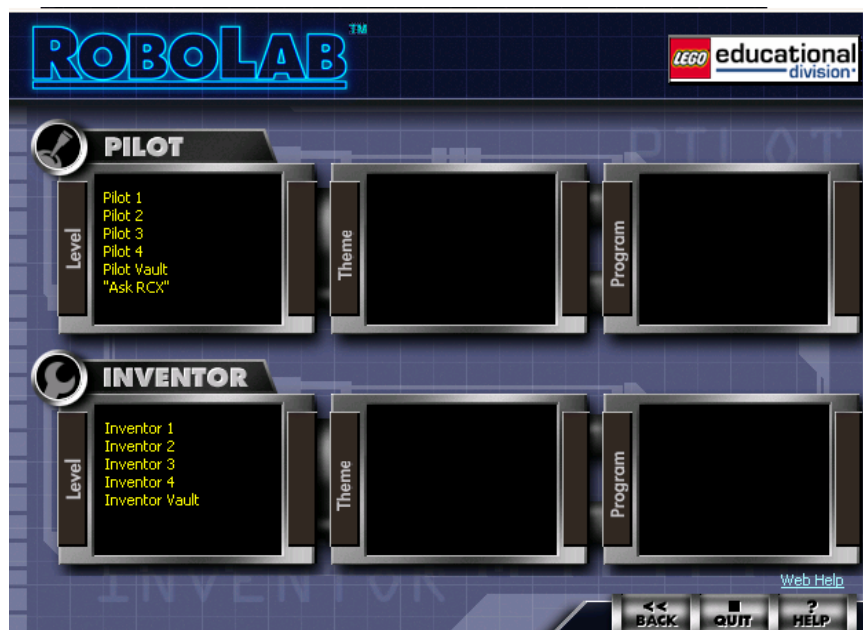


Figura 11 - Ecran com a secção "Programmer" do RoboLab

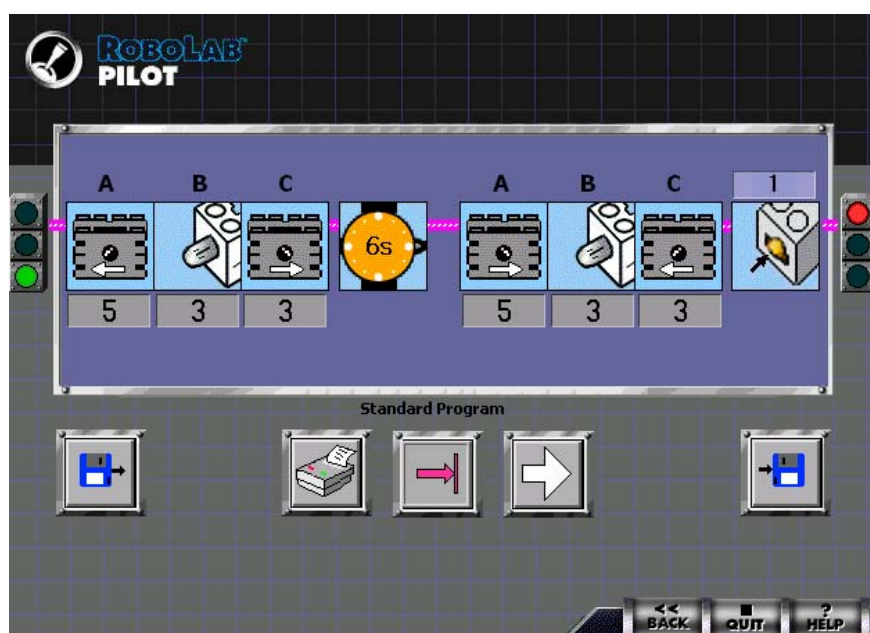


Figura 12 - Exemplo de um programa desenvolvido no nível "Pilot 3" do Robolab

- **Inventor:** permite maior liberdade aos programadores, uma vez que disponibiliza um conjunto de componentes que podem ser seleccionados e interligados para criar o fluxo lógico do programa. A gama de componentes disponíveis em cada um dos níveis (1 a 4) vai aumentando, permitindo realizar tarefas mais complexas. Na Figura

13 apresenta-se um exemplo de um programa desenvolvido no nível “Inventor 4”

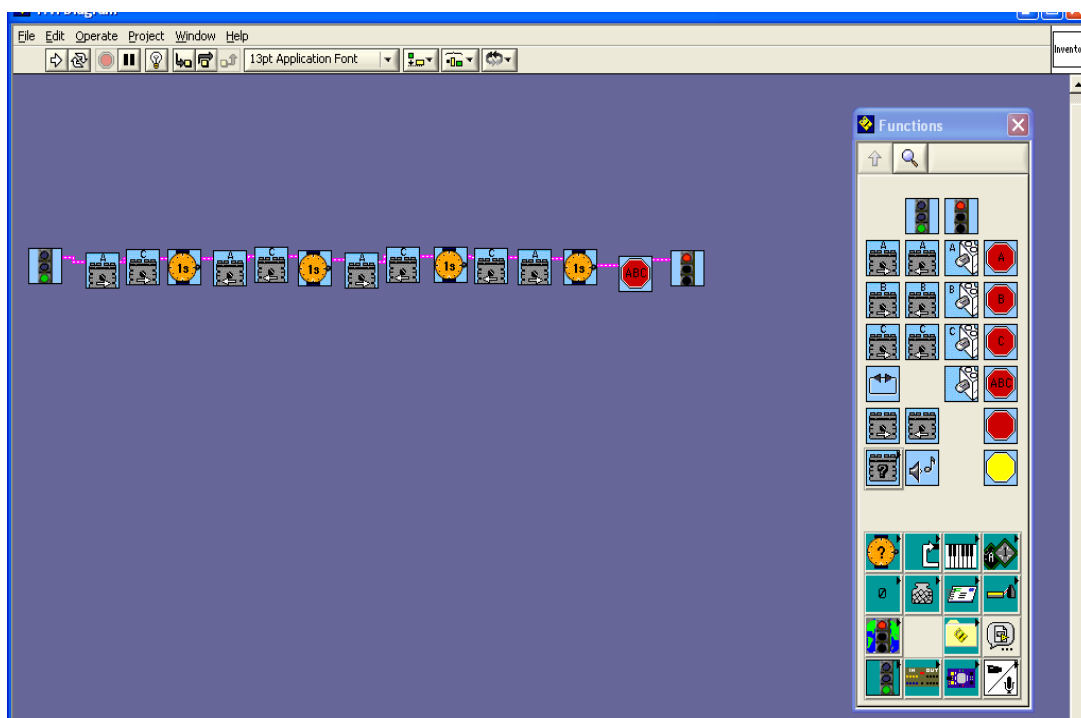


Figura 13 - Exemplo de um programa desenvolvido no nível "Inventor 4" do Robolab

No restante desta secção, será analisado em mais detalhe o nível “Inventor 4”, dado tratar-se do mais rico e daquele onde, após um período de aprendizagem, as crianças acabam por desenvolver o seu trabalho. A área de trabalho deste nível compõe-se dos seguintes componentes principais:

- **Barra de menus e atalhos**, que tal como em qualquer aplicação permite aceder a todas as opções do programa, como por exemplo a manipulação de ficheiros (os ficheiros de programa têm a extensão .vi), edição (copiar, colar, remover, etc), interface com o robô, ferramentas de gestão do projecto, e os típicos menu de gestão de janelas e de ajuda.
- **Área de programação**, chamada de “**diagrama**”, onde os programadores poderão dispor as diversas instruções e fazer a sua interligação criando o fluxo lógico do programa. No início da cada programa apenas se encontram no diagrama as instruções de início

e final de programa (semáforos verde e vermelho respectivamente). As instruções a adicionar deverão ser ligadas de forma a criar a lógica do programa.

- **Paleta de ferramentas**, com ferramentas de manipulação do diagrama (criar ligações, seleccionar instruções, etc).
- **Paleta de funções**, onde o utilizador pode escolher as instruções para adicionar ao programa de entre as alternativas disponíveis. As diversas opções ao nível de cada um dos grupos encontram-se esquematizadas na Figura 14.

É importante, para terminar esta análise, referir algumas das propriedades da linguagem de programação do Robolab. Embora se remeta uma listagem mais completa das instruções para o Anexo A, ficam aqui as principais estruturas de programação disponíveis (Wang, 2004):

- **Variáveis ou “containers”** na terminologia do Robolab, que disponibiliza 22 variáveis que se podem usar com alguma facilidade na programação, guardando valores relevantes (necessariamente inteiros) sobre os quais podem ser aplicados vários tipos de operações (e.g. aritméticas).
- **Estruturas condicionais (“forks”)**: permitem definir conjuntos de instruções que são executadas apenas em determinadas condições (por exemplo dependendo do valor de um sensor).
- **Estruturas cíclicas (“loops”)**: permitem em dadas situações repetir várias vezes determinados blocos de instruções, estando tipicamente o final do ciclo dependente de uma condição.
- **Sub-rotinas**: permitem definir programas que são usados no interior de outros programas, tornando assim o processo de programação mais modular.
- **Temporizadores**: permitem esperar durante um determinado tempo.



## Ciclo de vida de um projecto com Lego Mindstorms

Qualquer projecto desenvolvido com os kits Lego Mindstorms passa necessariamente pelas seguintes fases, que serão invariavelmente repetidas de forma iterativa até atingir o resultado pretendido (Zilli 2004):

- Análise do problema e planeamento do robô;
- Construção do robô usando o RCX, os sensores e actuadores necessários e possivelmente outras peças Lego.
- Desenvolvimento do programa usando uma das ferramentas de programação (e.g. Robolab).
- Carregamento do programa do computador para o robô.
- Execução do programa pelo robô.

### 2.3.2 Outras alternativas

Nesta secção apresentam-se algumas opções alternativas ao uso da plataforma Lego Mindstorms

- **Robô Roamer:** Trata-se de um robô que tem sido bastante utilizado nos níveis mais básicos da educação (a partir dos 4 anos) e que permite a programação do robô numa consola própria, numa linguagem semelhante ao LOGO, o que torna este processo bastante simples. O robô movimenta-se em qualquer direcção, sendo capaz de rodar e emitir sons, podendo ainda ser equipado de um marcador que lhe permite desenhar no solo. Permite trabalhar diversos conceitos matemáticos ao nível dos 1º, 2º e 3º ciclos e até da pré-primária, não tendo, no entanto a riqueza ao nível da construção do kit anterior. Foi criado pela companhia Valiant Inc. nos Estados Unidos, tendo já sido vendidas mais de 250000 unidades em mais de 27 países. É comercializado em Portugal pela Cnotinfor (<http://www.cnotinfor.pt/educacao/produtos/roamer/>).

- **Fischertechnik:** Esta marca alemã (<http://www.fischertechnik.de/en>) tem sido nos últimos 40 anos a principal concorrente da Lego e esta rivalidade estende-se à Robótica. Para muitos aficionados os kits da marca alemã tem maior qualidade técnica, mas sofreram sempre da desvantagem de preços mais altos. A filosofia é semelhante à da Lego, havendo uma grande aposta na fase da construção.
- **Parallax:** Esta empresa (<http://www.parallax.com>) tem um conjunto de kits de robótica adaptados a vários tipos de utilizadores com distintos níveis de conhecimento. O robô mais simples é o “Scribbler”, adequado a crianças a partir dos 8 anos, que traz um conjunto de programas pré-definidos e permite a programação em ambientes visuais relativamente simples de novas funcionalidades. O robô já vem montado e não há qualquer trabalho de construção envolvido mas apenas programação. Tal como no caso do Roamer é possível acoplar um marcador ao robô para que este escreva no solo a sua trajectória. Existem outras alternativas para utilizadores mais experientes, nomeadamente o popular “BoeBot” ou o “SumoBot” mais utilizado nas competições.
- **Sucata:** Especialmente no Brasil é comum fazer-se o desenvolvimento de robôs a partir dos componentes electrónicos ou de material já existente. Esta abordagem é claramente mais atraente do ponto de vista económico embora exija conhecimentos de electrónica que não a tornam atractiva para qualquer professor, nem para os níveis de ensino mais básico.

## **2.4 Estado da Arte da Robótica Educativa**

Nesta secção pretende-se fazer uma resenha dos mais importantes projectos e iniciativas que foram sendo desenvolvidas ao longo das últimas décadas ao nível da Robótica Educativa, quer a nível mundial, quer no que diz respeito a Portugal.

Neste âmbito, será incontestável que as competições ocupam um lugar de grande destaque, constituindo-se como as iniciativas que envolve(ra)m uma maior quantidade de participantes (alunos, professores e pais). Este tipo de actividades exerce sobre todos, em especial sobre as crianças, um grande fascínio, motivando níveis de participação e de entusiasmo normalmente bastante elevados. São, por esta razão, privilegiados como ferramentas de divulgação da Robótica junto dos mais novos.

Podem, neste contexto salientar-se as seguintes iniciativas:

- **First Lego League (FLL)** – Trata-se de uma competição que envolve alunos dos níveis de ensino básico, com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos. Nasceu nos Estados Unidos de uma parceria entre a organização FIRST (que se dedica á promoção da ciência e tecnologia entre os jovens) com a Lego. A primeira competição data já do ano de 1992 e a adesão tem vindo a crescer anualmente. No ano 2005/2006, participaram já 7500 equipas envolvendo cerca de 60000 jovens de 32 países.

Em cada ano a competição aborda temas distintos, tendo sido já tratados temas como os oceanos, a exploração de Marte ou a questão dos deficientes físicos. Em 2006, a FLL aborda a Nanotecnologia. Em cada ano, são lançados diversos desafios que as equipas (de 5 a 10 elementos) tentam resolver. Ao final de algum tempo (tipicamente cerca de 8 semanas) dedicados à construção dos robôs usando os kits da Lego Mindstorms e de treinos, as equipas disputam provas regionais e nacionais, sendo as melhores seleccionadas para a final mundial.

A avaliação das equipas tem 4 facetas distintas: uma entrevista por um painel de juizes, a avaliação da construção do robô para os objectivos dados, um projecto independente realizado pela equipa sobre o tema e, finalmente, o desempenho do robô num campo de provas onde terá que desempenhar as tarefas propostas o melhor possível.

Para perceber melhor o espírito destas competições, nada melhor do que conhecer os seus lemas:

- *Somos uma equipa;*
- *Fazemos o trabalho para encontrar soluções com o apoio dos nossos treinadores;*
- *Honramos o espírito de uma competição amigável;*
- *Aquilo que descobrimos é mais importante do que o que ganhamos;*
- *Partilhamos a nossa experiência com os outros;*
- *Demonstramos profissionalismo em tudo o que fazemos;*
- *e finalmente ... divertimo-nos !!*

Em Portugal a FLL é desde 2006 representada pela associação Evoluir21 (<http://www.evoluir21.org>) que se propõe organizar localmente estas competições e seleccionar as equipas portuguesas para as finais. Resta desejar-lhes a todos boa sorte nos eventos que se seguem!

- **RoboCup Júnior** – Referiu-se já na secção 2.1 o projecto global RoboCup e os seus objectivos. No âmbito deste projecto, e com a parceria do Lego Lab na Dinamarca, a partir de 1999 foram organizadas também competições destinadas a crianças entre os 9 e os 14 anos, num projecto que foi designado por RoboCup Jr. (Lund e Pagliarini, 1998).

Nesta competição cada equipa tem dois robôs autónomos que disputam um jogo de futebol contra outra equipa num campo que não pode ultrapassar os 3 metros. A construção dos robôs é relativamente livre desde que as dimensões não ultrapassem os 22 cms em diâmetro e altura. Tipicamente, a plataforma Lego Mindstorms serve de base aos robôs mas estes podem ser adaptados com diferentes sensores e actuadores. Em anos mais recentes, existem já diversas equipas a construir os seus robôs de raiz.

O sucesso desta prova levou a que fossem aparecendo outras competições que foram sendo integradas no projecto. Uma delas, designada por salvamento, consiste num percurso a ser percorrido pelos robôs onde tem que ser seguida uma linha e no caminho alguns objectos (representando vítimas) têm que ser identificados,

recolhidos e transportados para outro local (ou em alguns casos simplesmente identificados).

Uma outra competição com grande sucesso é a competição de dança, que apareceu para tentar combater alguma prevalência do sexo masculino nestas provas. Nas provas de dança o robô deve ser construído e programado para efectuar uma coreografia ao som de uma dada música. Esta é avaliada por um júri que poderá ainda ter em consideração todos os adereços do robô.

Em Portugal, têm-se realizado diversas provas do projecto Robô Cup tipicamente integradas nos festivais nacionais de Robótica que ocorrem já desde 2001 (o último teve lugar em 2006 em Guimarães: <http://www.robotica2006.dei.uminho.pt/robotica2006>). O facto de se ter realizado a principal competição mundial em Portugal, no ano de 2004 trouxe ainda mais animação a esta comunidade a nível nacional (<http://www.robocup2004.pt>).

Mas nem só de competições vive a Robótica Educativa. De facto, muitos outros projectos em numerosas escolas em todo o mundo têm usado a Robótica quer integrada nos curricula quer ao nível de actividades extra-curriculares ou “clubes”.

Citam-se em seguida um conjunto de exemplos a nível mundial que podem ilustrar os trabalhos realizados nesta área, dando-se especial relevância aos trabalhos que envolvem alunos de idades correspondentes ao Ensino Básico:

- Uma experiência muito interessante é reportada por Bers e Urrea (2000) descrevendo um workshop promovido por investigadores do MIT Media Lab e que decorreu na Argentina em Setembro de 1998, onde crianças (dos níveis de escolaridade dos 4º e 5º anos), acompanhadas pelos respectivos pais, passaram 10 dias completos desenvolvendo projectos usando kits de robótica Lego Mindstorms. Neste caso, cada equipa escolhia um projecto, escolhendo os materiais necessários, fazendo a construção e a programação do robô e criando uma narrativa de forma a apresentar o seu projecto aos restantes elementos. Tanto os pais como os alunos foram

imersos neste ambiente, trabalhando uma média de 8 horas por dia no projecto, 5 dias por semana, tendo assim bastante tempo para desenvolver os projectos e implementar todas as suas ideias. Cada equipa escrevia um diário sobre a sua experiência que era mantido numa página web.

- Uma das principais instituições no desenvolvimento de trabalhos de Robótica Educativa tem sido a Tufts University, que colaborou também na criação do software Robolab (descrito na secção 2.3.1). Bers et al (2002) descrevem um estudo realizado com professores ainda em formação que desenvolveram um conjunto de actividades com alunos desde o ensino pré-escolar até ao 2º ano do ensino básico. Este trabalho teve como objectivos trabalhar os aspectos técnicos da Robótica Educativa com um conjunto de experiências práticas, mas também que estes compreendessem melhor o alcance do trabalho com um ambiente construcionista (este aspecto será apresentado com mais detalhe no próximo capítulo). Em termos técnicos, o trabalho teve como base a utilização da plataforma Lego Mindstorms e do software Robolab. Alguns exemplos dos projectos desenvolvidos na sala de aula incluem a exploração do conceito de metamorfose com robôs que se transformavam de larvas em borboletas (para alunos de 3 anos), o conceito de equilíbrio através da construção de gruas (para alunos de 4 anos), a noção de ciclo de vida com o exemplo dos girinos e das rãs (para alunos de 5 anos) e finalmente um projecto de construção e programação de um robô capaz de proteger as sementes de uma planta (para alunos dos 1º e 2º anos).

Neste mesmo sentido, é de realçar o trabalho de Hacker (2003) que desenvolveu um *workshop* em regime extra-curricular com a duração de 11 semanas (2 horas de sessão por semana), com a participação de crianças em níveis escolares entre o 3º e o 6º ano, com o objectivo de promover os conhecimentos de ciência e engenharia. Durante este tempo, e após uma primeira fase onde aprendiam os conceitos básicos, os alunos podiam desenvolver os seus próprios projectos de robótica, que envolviam a construção de robôs e a sua

programação e envolviam uma apresentação final do projecto aos pais e à comunidade.

- No colégio Restena situado no Luxemburgo, tem sido desenvolvido um trabalho notável usando a plataforma Lego Mindstorms (<http://www.restena.lu/convict/Jeunes/RoboticsIntro.htm>).

A nível nacional, historicamente o sistema Lego TC Logo foi usado por alguns projectos financiados durante o início da década de 90. Segundo os professores envolvidos as crianças não sentiam qualquer dificuldade com a programação envolvida.

O programa Ciência Viva constitui-se como uma alavanca ao desenvolvimento de alguns projectos nesta área. Recentemente foi até criada uma área no sítio web especialmente dedicada aos projectos que abordam este tema (<http://www.cienciaviva.pt/rede/robotica/home>). Até ao ano de 2006 podiam já consultar-se na rede nacional mais de 20 projectos de Robótica nas escolas, a maior parte dos quais criados no âmbito da preparação para o concurso RoboCup 2004 já referido. Poder-se-ão, neste âmbito, destacar alguns projectos especificamente na área geográfica do Minho, como sejam os casos do Colégio Teresiano em Braga, da escola CENATEX em Guimarães ou da Escola EB 2,3 de Celorico de Basto (Costa e Fernandes, 2004). Mais recentemente, em 2005, foi aberto no Centro Ciência Viva em Aveiro (<http://www.fabrica.ua.pt/cienciaviva>) o primeiro centro ibérico da Lego Mindstorms.

Um outro projecto importante nesta área diz respeito ao projecto *Hands On Science* (<http://www.hsci-pt.com/hsci>), um projecto coordenado pela Universidade do Minho através do Prof. Manuel Filipe Costa, e que tem como objectivo promover o ensino experimental das ciências ao nível europeu, tendo a participação de 9 países europeus. A Robótica tem constituído uma das áreas primordiais deste projecto tendo sido, já, organizados dois cursos especificamente dedicados à implementação da robótica nas escolas e estando previsto um terceiro em 2007 (<http://hsci.no.sapo.pt/robocourse3.html>). Ainda na Universidade do Minho foi aprovado um novo projecto que visa criar um conjunto de kits de robótica e desenvolver um portal web, de forma a que estas ferramentas possam ser usadas por professores do Ensino Básico que

pretendam implementar sessões de robótica nas suas aulas ou actividades complementares.

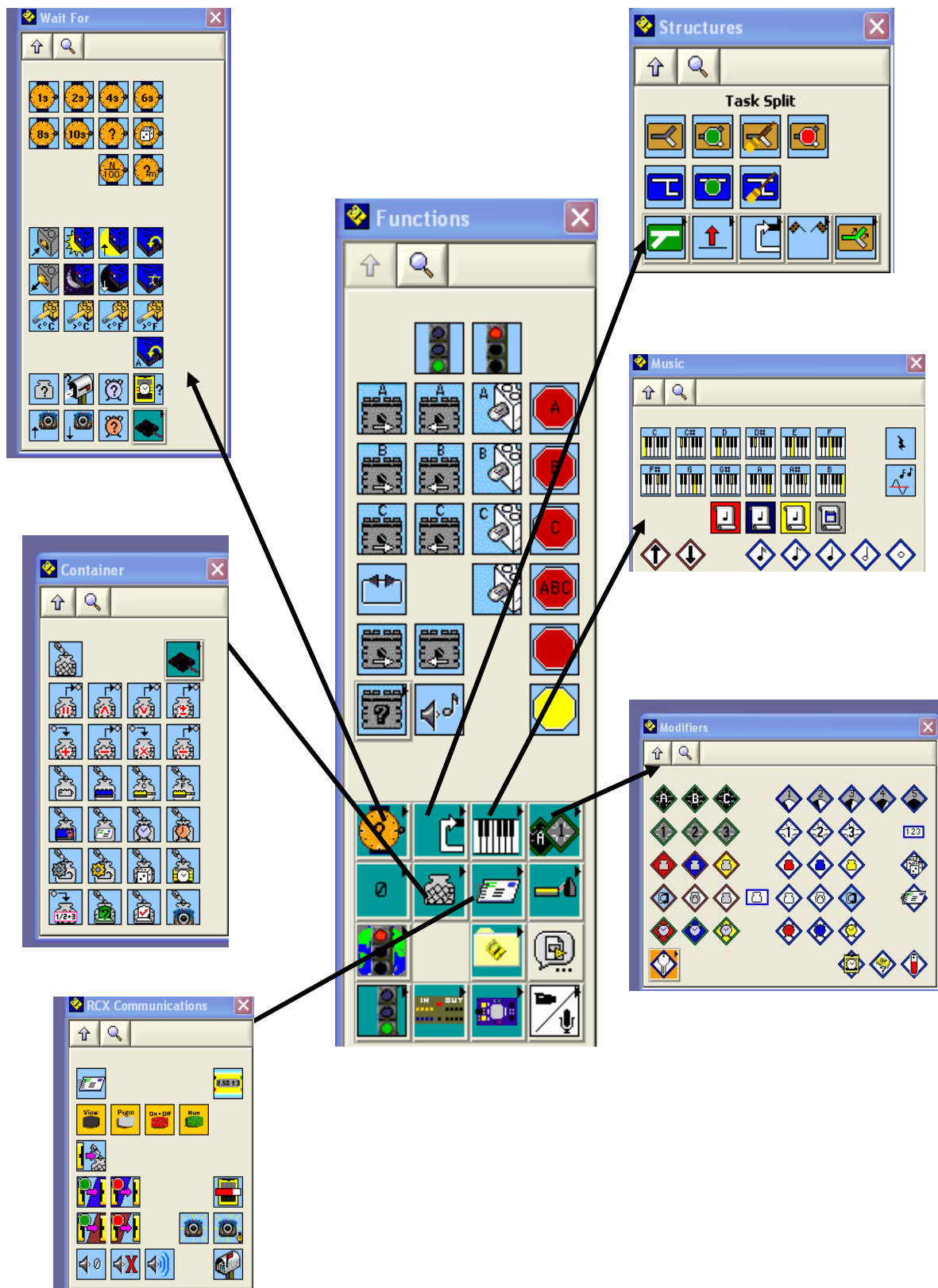


Figura 14 - Principais paletas de funções do Robolab



### **3. Fundamentação pedagógica da Robótica Educativa**

Ao longo do capítulo anterior foram identificados os princípios básicos da Robótica em geral e da Robótica Educativa em particular. Foram discutidos os princípios e os conceitos relevantes nesta área e apresentadas as características mais técnicas relacionadas com algumas soluções nesta área.

Este capítulo pretende abordar a Robótica Educativa como ferramenta, do ponto de vista da sua fundamentação ao nível das teorias pedagógicas mais relevantes, no contexto das bases teóricas da Tecnologia Educativa (TE) em geral. Serão também apresentadas as potencialidades da Robótica no processo de ensino/ aprendizagem com especial relevo para o 1º ciclo do Ensino Básico. Aborda-se ainda o estado da arte ao nível da aplicação de estudos mais rigorosos aos reais méritos desta abordagem.

#### **3.1 Bases teóricas da Tecnologia Educativa: do *behaviorismo* ao *construtivismo***

##### **3.1.1 O Behaviorismo**

A génese do campo da Tecnologia Educativa, com particular relevância para as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) remonta ao desenvolvimento dos primeiros computadores nas décadas de 50 e 60. Nesta altura, o panorama da investigação em Educação era dominada pelas ideias behavioristas. Estas tiveram a sua origem na Psicologia, mais concretamente no trabalho de John Watson, com a sua obra “Behaviorism” (1925). Esta corrente defendia uma abordagem mais objectiva à Psicologia, que se baseava apenas na consideração de factos que se podiam observar e medir com precisão. Não considerava que conceitos como a “mente” ou a “consciência” pudessem fazer parte do estudo científico.

Estas ideias tiveram um grande impacto também ao nível da Educação, e em particular da TE. Um dos investigadores mais importantes ao nível do

behaviorismo terá sido Burrhus Skinner que abordou pela primeira vez a aprendizagem como uma verdadeira ciência empírica. Skinner (1958) considerava dois tipos de aprendizagem: a “respondente” que corresponde ao condicionamento de Pavlov e a “operante” trata das respostas instrumentais que tiveram efeito sobre o aprendente e que são aprendidas através do reforço. As suas experiências com animais permitiram-lhe concluir que para o animal chegar a um comportamento desejável deve premiar-se todo o comportamento que se aproxima deste objectivo, ainda que este seja um processo de progressão lenta (Torres, 1999).

A principal teoria da aprendizagem, nos humanos, elaborada por Skinner assenta nestes mesmos princípios foi denominada de “teoria do reforço”, tendo conduzido ao chamado “ensino programado” e assentando nos seguintes pressupostos (Burton et al 1996, Cooper 1993, Skinner 1968):

- **comportamentalismo:** a aprendizagem consiste numa mudança de comportamento que resulta da associação entre o estímulo e a correspondente resposta;
- **objectivismo:** o estudo do comportamento humano pode ser realizado olhando apenas a acções externas que podem ser observadas e medidas;
- **antimentalismo:** os processos mentais internos não interferem no comportamento exterior do indivíduo e não sendo mensuráveis não podem ser tidos em conta;
- **ambientalismo:** a aprendizagem resulta da interacção do indivíduo com o meio ambiente que o rodeia e não é uma característica interna deste;
- adquirir conhecimento implica actividade por parte do aluno, que não o pode absorver passivamente mas deve aprender através de um processo de tentativa e erro;
- **conexionismo:** a aprendizagem é o resultado do estabelecimento de conexões entre os estímulos e as respectivas respostas do aluno;
- há uma relação funcional entre o estímulo que precede a resposta (antecedente), o estímulo que se segue à resposta (consequente) e a resposta em si (operante);

- **reforço:** ao reforçar os comportamentos desejados promove-se a aprendizagem (Thompson 1996).

As implicações destes pressupostos no processo de ensino/aprendizagem resultam num modelo de onde existe uma sequência natural dos conteúdos a ensinar, prosseguindo a aprendizagem passo a passo, por objectivos bem definidos de crescente complexidade. Os alunos são, em cada momento, convidados a responder e recebem de imediato o respectivo reforço que lhes permite progredir para conteúdos mais complexos. Esta progressão é subtil, fragmentada e simplificada, permitindo uma aprendizagem sem erros (Landsheere 1993).

Este modelo de “instrução programada” é caracterizado por três fases distintas: análise, desenho e avaliação, que correspondem aos passos básicos do método científico: geração de hipóteses, desenho experimental e teste da hipótese (Cooper, 1993). Uma das maiores revoluções desta filosofia pedagógica assenta na importância primordial que é dada à definição de objectivos concretos e mensuráveis, permitindo definir medidas de desempenho. Benjamin Bloom (1956,1964) é um dos principais investigadores nesta linha, tentando definir técnicas para uma definição de objectivos pedagógicos sem ambiguidades. Eficiência e objectividade eram palavras de ordem.

A aplicação das ideias behavioristas ao nível da TE foi quase imediata, pois estas encontravam nas ferramentas tecnológicas um meio ideal para colocar em prática os seus fundamentos. O próprio Skinner criou em 1958 uma “máquina de ensinar”, um dispositivo mecânico que implementava as suas ideias e, segundo muitas opiniões resolvia todos os problemas do ensino (Skinner, 1958). O desenvolvimento de dispositivos electrónicos constituiu uma melhoria tecnológica que permitiu uma implementação mais favorável destas ideias.

Neste sentido, Jelden (1984) citado por Cooper (1993) propôs um sistema multimédia baseado no computador e gerido por este que enfatiza a aprendizagem ao ritmo do aluno. Este sistema teria quatro componentes essenciais:

- interacção com o aluno: que efectua a avaliação das características e capacidades do aluno;
- análise da instrução: analisa e ordena o conteúdo da instrução;
- actividades de aprendizagem: identifica os meios de suporte necessários e define uma sequência de aprendizagem para cada aluno;
- avaliação do sistema; faz uma análise estatística global à eficácia do sistema.

Focando o caso particular das TICs, uma das aplicações mais directas do behaviorismo foi o chamado *Ensino Assistido por Computador* (EAC) onde um programa realiza o papel de “professor” propondo exercícios (estímulos) aos alunos, bem como dando o resultado (reforço) após as respostas destes, num processo completamente “automático”. Constituíam, assim, mais uma versão das verdadeiras máquinas de ensino skinnerianas.

Apesar de alguns estudos a comprovar a sua eficácia, tais como Snow e Lohman (1984), as últimas décadas têm imposto um progressivo descrédito às ideias behavioristas, consideradas por vezes como únicas responsáveis dos falhanços de muitos sistemas educativos e até como culpadas do fracasso em atingir muito do potencial das TIC na educação.

Estas ideias são talvez exageradas. De facto, o behaviorismo constituiu uma etapa importante e as metas de tornar a investigação em Educação mais objectiva constituíam um objectivo nobre. De facto, o behaviorismo e as técnicas de ensino associadas constituem ainda hoje um marco importante da pedagogia do século XX e são usadas em diversos cenários.

De facto, Golub (1983, citado por Cooper, 1993), sugere que as aplicações informáticas baseadas nos princípios do behaviorismo são apropriadas para o ensino de conteúdos com uma delimitação clara e uma estrutura bem definida com um grau limitado ramificações, bem como onde as respostas dos alunos podem ser com facilidade classificadas com certas ou erradas. Este autor que é bastante crítico de algumas aplicações do EAC, reconhece no entanto que a maior parte das críticas a este tipo de aplicações se deve à inépcia dos criadores do software e não a falhas conceptuais nos princípios pedagógicos subjacentes.

De qualquer forma, é também verdade que estas ideias mostraram ser redutoras ao nível do desenvolvimento de ferramentas pedagógicas em muitas áreas do conhecimento e novas ideias foram aparecendo no sentido de melhor compreender o processo de ensino/ aprendizagem.

### 3.1.2 O Cognitivismo

Em finais da década de 50 uma nova corrente de investigação em Psicologia viu a luz do dia: a psicologia cognitiva. Esta defendia o ser humano como um processador activo de informação, capaz de a procurar e de a transformar.

As implicações ao nível das teorias da aprendizagem são óbvias, com o aprendiz a ser capaz de organizar o conhecimento modificando as suas representações mentais (Hannafin & Hooper 1993). Desta forma o aluno passa a ter papel muito mais activo na aprendizagem do que aquele que lhe era reservado pelas ideias behavioristas.

No entanto, esta nova corrente não se opunha directamente às ideias behavioristas, uma vez que ainda que tentando perceber os processos internos de processamento de informação, a realidade externa continua a determinar a forma objectiva de avaliar a aprendizagem. De facto, no plano dos princípios subjacentes as duas teorias têm bastante em comum, nomeadamente (Pozo, 1994):

- **associacionismo**, a ideia de que o conhecimento se alcança a partir de associações de ideais, representações das impressões captadas pelos sentidos a partir do mundo exterior;
- **isomorfismo**: princípio da correspondência entre as representações mentais e a realidade exterior.
- **mecanicismo**: os estados mentais não são eficazes, a aprendizagem é impulsionada pelo meio exterior e não constitui uma qualidade intrínseca do indivíduo.
- **equipotencialidade**: as leis da aprendizagem são igualmente aplicáveis a todos os ambientes, espécies e indivíduos.

Por outro lado, no que diz respeito à metodologia ambas as tendências se centram (Torres, 1999):

- na optimização da transferência de conhecimento para a mente;
- nos resultados comportamentais da aprendizagem;
- no favorecimento do armazenamento da informação e na capacidade de a recuperar quando se torna necessário;
- na medida da eficácia e eficiência da aprendizagem.

Apesar de todas estas semelhanças não há dúvidas que a psicologia cognitiva trouxe uma visão mais holística ao processo de ensino/aprendizagem, tendo preocupações com as estruturas internas e com os mecanismos de processamento mental da informação.

A contribuição da psicologia cognitiva ao nível da TE é também bastante relevante. De facto, o conceito de processamento de informação está também na base das modernas Tecnologias da Informação. Tennyson (1990) apresenta um modelo de processamento de informação que se aplica às necessidades associadas com a TE e que tem as seguintes componentes básicas:

- **receptores sensoriais:** formas através das quais a informação é integrada no sistema;
- **percepção:** primeira avaliação do potencial da informação recebida, podendo ajudar no planeamento de acções e na direcção da atenção do sistema;
- **memória de curto prazo e de trabalho:** memória que lida com os processos cognitivos imediatos.
- **memória de longo prazo:** que engloba componentes de armazenamento e evocação.

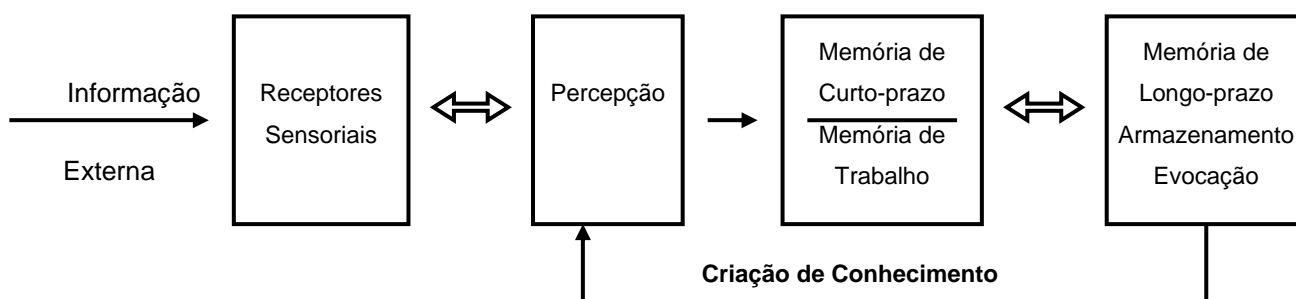


Figura 15 - Componentes básicos de processamento de informação  
(Tennyson,1990)

As teorias cognitivas tiveram uma grande influência sobre os princípios adoptados ao nível do planeamento de métodos de instrução. Assim, foram definidos alguns princípios essenciais (Gagné e Merrill 1990):

1. **princípio da estrutura cognitiva** – o objectivo da instrução passa pelo desenvolvimento da estrutura cognitiva mais consistente com o resultado desejado da instrução, encarando desta forma a aprendizagem como um processo e não mais como um produto;
2. **princípio da elaboração** – o objectivo da instrução passa por dotar o indivíduo de uma estrutura cognitiva mais elaborada, de forma a que este atinja o desempenho desejado;
3. **princípio da orientação do aprendiz** – o objectivo da instrução é promover o processamento cognitivo activo, de forma a que o aluno possa seleccionar a estrutura mais apropriada ao objectivo pretendido.
4. **princípio da prática** – o objectivo da instrução é permitir uma prática continuada em que o aluno demonstra o desempenho desejado, ou dele se aproxima sendo monitorizado e recebendo as respostas adequados, quer quanto ao resultado quer quanto ao processo.

A orientação do processo de programação da instrução baseado nestas novas ideias sofre uma inflexão clara no sentido de tomar em consideração com muito mais veemência as características individuais de cada aluno. Este facto tem influência directa nas aplicações de EAC, onde progressivamente vão sendo mais visíveis funcionalidades que suportam a instrução mais individualizada.

É neste sentido que são propostos modelos para mecanismos de implementação de tutores inteligentes, que na óptica de Orey (1991) compreende os seguintes componentes:

- **interface**: a forma como o sistema interage com o utilizador;
- **módulo perito**, tipicamente constituído por uma base de dados que guarda as respostas correctas;

- **módulo do aluno**, que guarda uma representação dos tipos de erros cometidos pelos alunos;
- **módulo pedagógico**, que guarda a informação conhecida sobre cada aluno e as respostas deste no sistema, tomando decisões sobre a apresentação dos conteúdos ao aluno.

É óbvio que há diferenças entre os modelos de EAC preconizados no âmbito do behaviorismo e do cognitivismo. No entanto, raramente existe na prática uma aplicação que penda apenas para um dos lados, verificando-se um contínuo de soluções.

### **3.1.3 O Construtivismo**

Apesar dos seus méritos, é certo que nenhuma das abordagens anteriores conseguiu resolver os problemas que se colocavam em termos de enquadramento teórico e planeamento de ferramentas de instrução. De facto, verificava-se que os paradigmas objectivistas não eram capazes de responder às exigências de um mundo dinâmico, caracterizado por mudanças rápidas e que cada vez mais solicitava indivíduos capazes de aprender e adaptar o seu conhecimento. De facto, tal como é referido por Area (2001) as instituições educativas funcionavam como sempre o tinham feito desde o século XIX, mesmo na entrada do século XXI.

É neste contexto que surge o construtivismo, numa tentativa de ultrapassar as limitações das abordagens objectivistas descritas anteriormente. Como refere Coutinho (2005), a aprendizagem passa a ser vista como um processo activo de construção e não simplesmente um adquirir de conhecimento. Assim, o objectivo do processo instrutivo é o de ajudar à construção do conhecimento e não realizar a sua transmissão. Segundo esta visão, é o aprendiz que detém o papel principal neste processo, passando do processador de conhecimento para o construtor do conhecimento, tornando-se o centro do processo e relegando o professor, os conteúdos e o ambiente para um papel de suporte, onde deverão contribuir para criar as condições necessárias a este processo.



Neste contexto, e ainda segundo Coutinho (2005) a construção de representações do conhecimento é uma actividade única e pessoal mas que está fortemente dependente do contexto em que ocorre, dado tratar-se de uma actividade sócio-cultural onde estão envolvidos o professor, outros alunos, os conteúdos e todo o contexto que envolve o processo.

Jonassen (1991) discute as diferenças entre as assumpções do objectivismo (que engloba o behaviorismo e o cognitivismo) e as do construtivismo. Assim, os objectivistas encaram a realidade como externa ao aluno com a mente actuando como processador de informação provindo dessa realidade. O significado é derivado da estrutura desta realidade, através do processamento mental de representações simbólicas. O construtivismo, por outro lado, encara a realidade como sendo determinada pelas experiências do próprio aluno.

Apesar das inúmeras raízes desta teoria nas correntes da Filosofia e da Psicologia do século XX, a formalização da teoria do construtivismo é devida a Jean Piaget, que explicitou a forma pela qual o conhecimento é adquirido pelos sujeitos do processo de aprendizagem. Este processo seria um resultado dos processos de “acomodação” e “assimilação” pelos quais os sujeitos construiriam o novo conhecimento. A “assimilação” ocorreria quando as experiências estão de acordo com as representações internas do indivíduo, enquanto a “acomodação” descreve o processo que conduz do conflito à aprendizagem de novos conceitos. Quando os modelos internos são reformuladas para atender às novas experiências o processo de aprendizagem ocorre, através da evolução das estruturas internas (Cachapuz).

Apesar de o construtivismo se tratar essencialmente de uma teoria da aprendizagem, as ideias que defende têm um impacto considerável no desenvolvimento de técnicas de instrução adequadas. Uma vez que se considera que a aprendizagem é um processo de construção e de descoberta pessoal, centrado no aluno, torna-se necessário desenvolver ferramentas de instrução que proporcionem ambientes onde o aluno possa encontrar a interacção necessária ao processo de aprendizagem.

Um dos principais pressupostos do construtivismo assenta no facto de que o significado se desenvolve com base na experiência, pelo que o contexto faz parte do conhecimento (Bednar et al 1992). Desta forma, a aprendizagem

deverá ser “situada” ou “ancorada”, ou seja, deverá ter lugar com base em tarefas reais e contextos relevantes (Duffy e Jonassen 1992). Os ambientes a desenvolver terão então que proporcionar problemas reais, com grau de complexidade ajustado e acima de tudo que tenham relevância reconhecida pelos próprios alunos.

Por outro lado, as ferramentas a desenvolver terão que ter em consideração o papel do aluno e do professor neste novo contexto. Assim, o papel do designer não será o de definir estratégias de instrução, desempenhando antes um papel de apoio. O aluno seleccionará as suas próprias estratégias de aprendizagem e definirá frequentemente os seus próprios objectivos.

Um último aspecto que se torna bastante relevante no desenvolvimento de ferramentas de instrução segundo os princípios construtivistas é a necessidade de desenvolver ambientes que promovam uma aprendizagem colaborativa, onde os alunos possam partilhar e debater pontos de vista alternativos.

As metodologias construtivistas de educação têm vantagens reconhecidas nos níveis de ensino mais elementares, nos quais se inclui naturalmente o 1º ciclo. Neste nível etário tem sido particularmente relevante a ideia do “aprender fazendo” através da manipulação de materiais, participando na pesquisa activa e em experiências lúdicas.

Por outro lado, a TE proporciona um conjunto de ferramentas com um potencial elevado para implementação das ideias construtivistas. Saliente-se, neste contexto, os casos do software educativo, os ambientes hipermédia de e-learning e os ambientes de realidade virtual. Em todos estes casos, e assumindo que no processo de desenvolvimento se tomam em conta as ideias defendidas pelo construtivismo, podem desenvolver-se ferramentas que implementam estas ideias de forma bastante eficaz.

Neste âmbito, pode também afirmar-se que a robótica constitui também um excelente meio de suporte a estas acções, envolvendo crianças e professores no desenvolvimento activo de projectos que combinam materiais manipulativos conhecidos com outros de carácter inovador. Por exemplo, os kits de robótica tal como os LEGO Mindstorms já anteriormente abordados

oferecem um novo leque de materiais manipulativos para as crianças explorarem.

Ainda assim há algumas limitações no uso da TE, e em particular das TIC neste âmbito. De facto, o que acontece é que poucos professores têm a experiência e as competências necessárias para esta tarefa. Mesmo os melhores de entre eles apenas saberão usar o computador em algumas aplicações, mas ainda estão longe de terem desenvolvido uma verdadeira “fluência tecnológica”, i.e., não conseguem ainda aplicar a tecnologia com pouco esforço, por exemplo escrevendo histórias, desenhando esquemas ou diagramas ou até programando um robô. Tal como aprender uma segunda língua também a fluência tecnológica requer tempo e muita motivação. Muitos professores talentosos, que seguem filosofias construtivistas, quando colocados perante o desafio de usar computadores nas suas salas de aula, regressam aos meios mais tradicionais de instrução. Falta-lhes o necessário treino e formação, um aspecto que terá que ser endereçado sob pena de levar ao fracasso destas acções (Bers et al 2002).

### ***3.2 Papert e o construcionismo***

O construcionismo tem as suas origens nas teorias construtivistas que se abordaram na secção anterior, o que se compreende melhor ao recordar que o seu principal criador trabalhou com Piaget durante alguns anos. De facto, o construcionismo pode ser encarado como uma abordagem ao processo de ensino/ aprendizagem baseado nas teorias construtivistas.

A abordagem construcionista defendida por Papert (1980) propõe a ideia de que os seres humanos aprendem melhor quando são envolvidas no planeamento e na construção de objectos ou artefactos que considerem significativos, partilhando-os com a comunidade envolvente. O processo de construção externa do objecto é, em paralelo, acompanhado da construção interior do conhecimento sobre o mesmo. A grande inovação em relação ao construtivismo passa assim pela valorização do papel das construções físicas como suporte das construções intelectuais.

Os ambientes computacionais, e a Robótica em particular, constituem ferramentas poderosas para suportar estas novas formas de pensamento e a aprendizagem envolvendo os alunos no desenvolvimento de projectos significativos (Resnick et al, 1996).

As origens do construcionismo podem ser encontradas no grupo dirigido por Papert no MIT a partir dos anos 60 e que ficou bastante conhecido com a linguagem Logo. Este grupo construiu uma visão partilhada da educação que se baseava em quatro pilares essenciais (Bers et al 2002):

- a filosofia construcionista da educação, que envolvia a criação de ambientes computacionais onde as crianças podiam manipular os materiais (computacionais) de uma forma activa, jogando e “brincando” com eles, aprendendo fazendo, através do desenvolvimento de projectos significativos e partilhados com a comunidade.
- a importância dos objectos concretos como meio para chegar à aprendizagem de fenómenos abstractos. Neste caso, o computador permitindo criar e manipular objectos no mundo real e virtual assume-se como uma ferramenta de extremo relevo.
- as chamadas “ideias poderosas”<sup>1</sup> que reforçam a capacidade de aprendizagem do indivíduo, permitindo formas distintas de pensar, de fazer uso do conhecimento, novas formas de criar relações pessoais e epistemológicas com outros domínios do conhecimento (Papert 2000).
- a importância da auto-reflexão, que acontece quando as pessoas são encorajadas a explorarem o seu próprio processo de pensamento e a sua relação intelectual e emocional com o conhecimento, bem como a sua história de vida que afecta as experiências individuais de aprendizagem.

Estes quatro princípios das filosofias construcionistas são também uma base já comumente aceite nos níveis mais elementares da educação. Por

---

<sup>1</sup> Tradução do termo anglo-saxónico “powerful ideas”, bastante usado pelos seguidores da filosofia construcionista.

outro lado, eles são como se detalhará de seguida, fundamentais no desenvolvimento de actividades de Robótica Educativa.

### **3.2.1 Aprender, construindo**

Resnick (2000) referiu que as interacções das crianças com a tecnologia deveriam ser mais parecidos com pintar os dedos do que com ver televisão. De facto, os computadores e a tecnologia em geral podem complementar as práticas que já estão estabelecidas e estender estas experiências ao “aprender construindo”<sup>2</sup> (Kolodner et al 1998). Esta abordagem envolve os alunos na aprendizagem através da aplicação de conceitos, competências e estratégias para a resolução de problemas relevantes do mundo real, que assim possuem significado e relevância para o aluno. Neste processo os alunos envolvem-se na resolução de problemas, na tomada de decisão e num processo de colaboração (Rogers, 2004).

Toda a descrição realizada no capítulo anterior, em relação às actividades de Robótica Educativa encaixa na perfeição nesta filosofia de aprendizagem. De facto, na Robótica os alunos aprendem planeando e construindo, através da resolução sucessiva de novos problemas, causados pelos obstáculos do mundo real e que é necessário resolver para atingir o objectivo final do projecto.

### **3.2.2 Objectos concretos**

Ao nível da educação no 1º ciclo existe uma tradição relevante no uso de materiais de manipulação, como sejam as barras de Cuisenaire. É no seguimento desta tradição que a Robótica proporciona uma óptima oportunidade para mostrar às crianças um pouco do mundo da tecnologia e dos conceitos subjacentes.

---

<sup>2</sup> Tradução do termo anglo-saxónico “learning by designing” usado pelo autor da referência.

De facto, as crianças podem desenhar e criar objectos interactivos, que trabalham conceitos do mundo da engenharia (como sejam rodas, eixos, motores, roldanas, sensores ou alavancas), como ainda são encorajados a integrar materiais artísticos e objectos do dia-a-dia para tornar os seus projectos esteticamente mais agradáveis (e.g. nos concursos de dança).

### **3.2.3 Ideias poderosas**

A comunidade de investigadores ligados ao construcionismo usam o termo “ideia poderosa” para se referir a um conjunto de ferramentas intelectuais que quando usadas com competência são realmente “poderosas”, pois permitem novas formas de pensar, não só sobre um domínio em particular mas também acerca do próprio processo de pensamento. Estas ideias são “poderosas” no seu uso, nas suas conexões a outros domínios de conhecimento e interesses pessoais e nas suas raízes.

A noção de ideias poderosas tem algumas semelhanças com o conceito de “ideias maravilhosas”<sup>3</sup> (Duckworth,1972) que são revelações pessoais que fornecem uma base para pensar sobre novas coisas, mas que podem não ser necessariamente “maravilhosas” para o mundo exterior. Seguindo uma tradição Piagetiana, as ideias maravilhosas estão profundamente ligadas com o estágio de desenvolvimento do indivíduo, sendo o resultado do seu conhecimento prévio combinado com um alerta intelectual para fazer novas questões e manipular materiais de formas inovadoras. Assim, apesar de terem muito em comum, pois são aspectos fundamentais da aprendizagem, elas focam dimensões ligeiramente distintas. As ideias poderosas tomam uma perspectiva mais cultural.

Tanto o construcionismo como as práticas adequadas ao desenvolvimento têm a sua origem no modelo de aprendizagem de Piaget. Assim, há um consenso sobre o apoio às crianças na criação de novas ideias por experimentação activa e interacção com o mundo à sua volta. Neste processo as ideias poderosas emergem e serão encorajadas pelos professores competentes (Bers et al 2002).

---

<sup>3</sup> Tradução do termo anglo-saxónico “wonderful ideas”

### **3.2.4 Auto-reflexão**

A auto-reflexão tem um papel predominante nas ideias construcionistas, relevando-se o processo que leva o autor da aprendizagem a reflectir sobre este processo de forma crítica. Neste contexto, a documentação tem uma grande importância como base para a avaliação do processo de ensino/aprendizagem e respectivo ajuste das estratégias utilizadas.

Existem diversas formas de documentar os projectos e este é até um hábito comum nos diversos projectos de Robótica. De facto, em todos estes projectos há uma “necessidade” de mostrar o trabalho realizado através de apresentações, de jornais ou de páginas na web. As competições serão o exemplo mais gritante deste fenómeno pois são públicas e levam a que todos os actores sejam confrontados com os resultados do seu trabalho e o apresentem a toda uma comunidade de juízes exigentes!

## **3.3 Estilos de aprendizagem e Inteligências múltiplas**

Será consensual a afirmação de que os diversos indivíduos processam informação ou adquirem conhecimento de formas distintas. Ainda assim, é bastante comum que as diferenças entre as diversas formas de aprender não sejam consideradas na planificação das actividades de ensino/aprendizagem.

Neste sentido, foram já propostos inúmeros modelos de estilos de aprendizagem, cujas teorias subjacentes defendem que aquilo que cada indivíduo aprende tem mais a ver com a forma como a experiência de aprendizagem se aproxima do seu estilo do que dos atributos relacionados com a capacidade do próprio indivíduo.

Estes modelos de estilos de aprendizagem tem, no entanto, diversas limitações essencialmente devido à sua falta de fundamentação científica comprovada. De facto, as bases teóricas e os estudos experimentais que suportam estes modelos têm sido postos em causa por diversos investigadores (Coffield, 2004; Curry, 1990). Adicionalmente, tem-se verificado algumas críticas ligadas ao facto de serem pouco visíveis os resultados práticos destas teorias em termos de desenvolvimento de métodos pedagógicos mais eficazes

(Stahl,2002). Ainda assim importa aqui referir, ainda que de forma breve estas teorias e a forma como poderão interagir com a avaliação pedagógica da Robótica.

A teoria dos estilos de Kolb (1975) constitui um dos modelos mais conhecidos a este nível. Este autor classifica as diferentes formas de aprender segundo duas vertentes:

- **Concreto vs abstracto:** os primeiros aprendem melhor através da experimentação, fazendo, agindo e sentindo; os segundos preferem o raciocínio e a análise da informação.
- **Activo vs reflexivo:** o aluno activo procura situações onde possa usar o conhecimento adquirido; o aluno reflexivo procura reflectir sobre as questões antes de agir e aplicar o conhecimento.

A partir destas duas vertentes é possível definir quatro estilos de aprendizagem, baseados nas combinações possíveis das opções anteriores (Kolb 1984). O sistema educativo tradicional tende a favorecer apenas um destes quadrantes, aquele que contempla os estilos abstracto e reflexivo. Os outros estilos de aprendizagem não são, de um modo geral, contemplados nos currículos, o que é preocupante se se tomar em linha de conta que são os maioritários na população. Se olharmos para os currículos e metodologias aplicados no ensino nos últimos anos, percebemos que pouco mudou neste aspecto.

É claro para qualquer um que a Robótica reflecte uma inversão neste sentido. De facto as vertentes concreta e activa são privilegiadas nestas actividades, o que poderá dar indicações sobre as razões pelas quais são muitas vezes os alunos menos motivados pelo ensino tradicional aqueles que mais parecem tirar partido da Robótica.

Uma outra abordagem neste contexto foi desenvolvida por Howard Gardner (1993) com a sua teoria das “múltiplas inteligências”. Gardner defende que não existe um único tipo de inteligência que pode ser medida por um teste psicométrico (e.g. testes de QI). Gardner entende por inteligência a capacidade para resolver problemas ou elaborar produtos que sejam valorizados num dado ambientes cultural ou social.



Gardner (1993) sugere um conjunto de sete inteligências distintas, que estão relacionadas com sete áreas ou tipos de competências:

- **Verbal ou linguística** – está relacionada com as competências ao nível do discurso oral e escrito. Os indivíduos manifestam boa capacidade de leitura e escrita, de argumentação e de aprendizagem de noções de gramática e novas línguas.
- **Lógico-matemática** – está relacionada com o pensamento lógico e abstracto, com a capacidade de manipular números e cálculos mentais. Os indivíduos têm particulares aptidões na aprendizagem da Matemática, da Programação e de muitos conceitos científicos.
- **Visual/ espacial** – relacionada com a percepção e a capacidade de visualizar objectos no espaço. Os indivíduos têm uma boa coordenação visual e são capazes de organizar visualmente objectos com facilidade. É muito usada nas artes visuais e na Engenharia.
- **Corporal/ cinestésico** – está relacionada com a coordenação muscular e com o movimento. É muito utilizada nas actividades desportivas ou na dança.
- **Musical/ rítmico** – relacionada com as capacidades auditivas e musicais.
- **Interpessoal** – está relacionada com a interacção com os outros.
- **Intrapessoal** – relacionada com o próprio indivíduo. Os indivíduos gostam de estar sós. Este tipo de inteligência tem sido um dos pontos de discordância com esta teoria de muitos investigadores.

Este conjunto de capacidades ou “inteligências” cruza-se com os estilos de aprendizagem. Parece óbvio que também aqui os sistemas de ensino tradicionais dão particular relevo às vertentes verbal/ linguística e lógico-matemática.

Por outro lado, as actividades de Robótica parecem ter uma abrangência mais lata, compreendendo várias destas capacidades. É de salientar, em particular, e sem descurar nenhuma das anteriores, a relevância na Robótica da inteligência visual/ espacial, que não é particularmente abordada noutras ferramentas pedagógicas. Especialmente trabalhadas são também as

capacidades de raciocínio lógico-matemático e as capacidades de relacionamento inter-pessoal.

### ***3.4 Potencialidades da Robótica Educativa no processo de ensino/aprendizagem***

Feito um enquadramento das principais teorias educativas que poderão enquadrar a utilização da Robótica Educativa como ferramenta pedagógica, discutem-se nesta secção quais poderão ser as suas principais potencialidades, a diversos níveis, nomeadamente as competências a desenvolver, os conteúdos que poderão ser abordados e os níveis etários mais adequados. Esta discussão será organizada num conjunto de áreas que se consideraram relevantes:

#### **3.4.1 Motivação e entusiasmo dos alunos**

De todas as características que se poderão apontar à Robótica como ferramenta educativa, há uma que será a mais indiscutível de todas. De facto, todos os estudos e investigadores realçam o entusiasmo com que os alunos participam nas actividades e a forma particularmente motivada com que encaram as tarefas que têm que realizar.

Em alguns estudos este entusiasmo levou a que os investigadores notassem alunos que queriam trabalhar durante os intervalos (Portsmore et al, 2001), bem como alunos normalmente desatentos que revelavam uma inusitada aplicação nas novas tarefas (Rogers e Portsmore, 2004).

Não é de estranhar então que a Robótica seja encarada como uma forma de motivar os alunos para áreas mais “difíceis”, como a Ciência, onde é reconhecida a necessidade de atrair alunos. Resultados positivos a este nível foram relatados por professores envolvidos num curso de Verão de Robótica (Nagchaudhuri et al, 2002) De facto, a Robótica oferece um campo de aplicação prática de muitos conceitos (e.g. da Física e da Matemática)

tornando-os acessíveis e úteis para a prossecução de tarefas consideradas como interessantes pelos alunos.

A motivação é reconhecida como um aspecto importante para a maioria das teorias de aprendizagem, que se relaciona com factores como a estimulação, a atenção e a ansiedade. Abordando a realidade dos jogos de computador, Malone (1981) tentou enquadrar a motivação intrínseca como sendo criada por três factores: o desafio, a fantasia e a curiosidade. O desafio advém da incerteza nos resultados provocada pela complexidade, aleatoriedade ou informação incompleta nos ambientes. A fantasia depende das competências requeridas pela aprendizagem. A curiosidade será despertada quando os alunos reconhecem lacunas no seu conhecimento. Todos estes aspectos reflectem claramente a realidade das actividades da Robótica.

Neste contexto, a Robótica oferece um potencial motivacional forte, estimulando o interesse dos alunos por diversas actividades que podem trazer vantagens pedagógicas relevantes no contexto de uma visão construtivista da aprendizagem.

### **3.4.2 Interdisciplinaridade**

A Robótica é claramente uma área multidisciplinar, envolvendo um conjunto de disciplinas como a Física, a Matemática, a Informática ou a Electrónica. Ao nível das actividades de Robótica Educativa é comum a abordagem de outras áreas da Ciência ou das Artes (como as Artes Plásticas, a Dança ou a Música).

Desta forma, a Robótica reúne todas as condições para proporcionar um conjunto de actividades interdisciplinares que promovam uma aprendizagem transversal dos diversos temas.

### **3.4.3 Resolução de problemas**

As actividades de Robótica caracterizam-se por proporcionar uma quantidade quase infindável de problemas para os alunos resolverem, que têm

como característica o serem inesperados, por vezes mesmo para o professor que coordena a actividade. O facto de estes problemas emergirem do mundo real e serem até por vezes impossíveis de resolver confere-lhes uma dimensão completamente distinta dos simples exercícios de sala de aula, que o aluno sabe que irão ser invariavelmente resolvidos (Teixeira, 2005).

#### **3.4.4 Trabalho em equipa e competências de comunicação**

Em quase todas as actividades de Robótica os alunos trabalham em equipas de forma colaborativa com um objectivo comum. Neste processo, envolvem-se na resolução de problemas, o que implica a discussão em grupo das melhores estratégias. Todo este processo é um esforço interessante de comunicação e trabalho de grupo.

#### **3.4.5 Imaginação e criatividade**

A noção de imaginação emerge do cruzamento de ideias como a percepção, a memória, a ideia, a criação, a emoção e a metáfora. As emoções parecem estar ligadas a imagens mentais: quando imaginamos algo, temos tendência para sentir que é a realidade ou que se apresenta como tal, nem que seja temporariamente (Egan, 1986).

Ao conceito de imaginação está claramente associada também a ideia de “novidade”, por seu vez intimamente relacionada com os processos de resolução de problemas. A evolução do conhecimento humano está ligada a acontecimentos criativos de pensadores que olharam o mundo com uma visão inquiridora e partiram para a formulação de novas ideias.

Os processos de construção e programação de robôs envolvem todo este processo de criatividade convidando os alunos a inovarem no processo de resolução de situações problemáticas.

#### **3.4.6 Raciocínio lógico e pensamento abstracto**

Os processos de planeamento de um robô e da sua programação, no sentido de que este seja adequado para a resolução de uma tarefa, envolvem competências ao nível da abstracção.

O processo de construção implica a capacidade de planear ou desenhar um robô com determinadas características que o tornem apto a desempenhar uma dada função. Este processo implica a capacidade do aluno poder visualizar o comportamento do robô e avaliar a sua conformidade com a tarefa pedida. Por outro lado, há a necessidade de prever possíveis situações de erro tornando assim o robô robusto a determinadas condições do ambiente.

Por outro lado, o processo de programação processa-se com base numa linguagem simbólica e visual, que o aluno terá que ser capaz de mapear no comportamento físico do robô. Isto implica a capacidade de prever o comportamento do robô a partir dos símbolos abstractos incluídos na programação (e.g. diagrama do Lego Mindstorms).

### **3.4.7 Abordagem de áreas curriculares**

A Robótica tem sido utilizada, ao longo do seu percurso educativo, como ferramenta para a aprendizagem dos mais diversos conteúdos, bem como para a aquisição de inúmeras competências. Dentro deste conjunto alargado ressaltam as áreas da Física, da Matemática e da Informática, como aquelas que mais directamente estão ligadas à Robótica.

No que diz respeito à Física, várias são as áreas onde os principais conceitos poderão ser trabalhados de forma bastante directa com actividades de Robótica. De facto, os robôs são aparelhos electrónicos e a sua construção e funcionamento requerem auxílio a manipulação de conceitos básicos ao nível da Electrónica e da Electricidade e Magnetismo. Por outro lado, as tarefas que os robôs desempenham estão sempre relacionadas com movimento, envolvendo inúmeros conceitos de Mecânica.

Por outro lado, a Informática é directamente abordada pelas actividades de programação do robô. De facto, a Robótica é frequentemente utilizada em contextos de aprendizagem de programação desde os níveis mais básicos até ao nível universitário. Os desafios colocados pelas tarefas envolvidas nas

actividades de Robótica constituem uma fonte quase inesgotável de bons exercícios de programação e de resolução dos problemas mais comuns enfrentados pelos programadores. A informática é ainda comumente usada como uma ferramenta para outras tarefas ligadas com os projectos de Robótica, como sejam a elaboração de documentação das actividades, sob a forma de relatórios, apresentações, boletins, jornais ou páginas web.

Subjacente a ambas as áreas referidas está a mãe de todas as Ciências: a Matemática. A Robótica fornece um excelente meio de tornar concretos e úteis muitos conceitos matemáticos aos mais diversos níveis. Especialmente trabalhados ao nível da Robótica poderão ser as áreas da Geometria e da Trigonometria onde as aplicações são bastante óbvias. Também a Aritmética e o Cálculo encontram na Robótica uma fonte de desafios, por exemplo ao nível do cálculo mental e da elaboração de estimativas. Em qualquer uma destas áreas a Robótica torna possível a elaboração de actividades que contemplam a aprendizagem baseada na resolução de problemas.

Para além destas áreas relacionadas com a Ciência e Tecnologia (e de outras não referidas), a Robótica permite também a abordagem de áreas mais ligadas com a educação artística. De facto, ao nível do planeamento e da construção dos robôs podem trabalhar-se diversas competências relacionadas com a Expressão Plástica e a Educação Visual. Por outro lado, alguns tipos de actividades (e.g. competições) têm sido desenvolvidos no sentido de envolverem a Música e a Dança, sendo abordadas actividades de planeamento de coreografias diversas. Neste mesmo trabalho, é apresentado um bom exemplo onde a Música, a Dança e a Expressão Plástica e até mesmo a Expressão Dramática tiveram um papel extremamente relevante.

### **3.4.8 A Robótica no 1º ciclo do Ensino Básico**

Dado que este trabalho aborda em particular a aplicação da Robótica no contexto do 1º ciclo, importa dedicar algum esforço à análise das potencialidades desta ferramenta específicas para este nível de ensino, ainda que reconhecendo que muito do que foi dito nas secções anteriores se aplica aqui de forma exemplar.

Nesse sentido, pode facilmente concluir-se que, ao nível dos conteúdos e competências a Robótica poderá ser usado no ensino/ aprendizagem ao nível das principais áreas do 1º ciclo, nomeadamente, a Matemática, o Estudo do Meio e as diversas Expressões (Plástica, Musical até Dramática). A estas poder-se-á juntar a Língua Materna, também trabalhada em alguns estudos de Robótica e uma importante base para o desenvolvimento de muitas actividades neste âmbito.

Uma análise ao Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB) permite identificar, para as diversas áreas curriculares, um conjunto de domínios de aplicação, experiências de aprendizagem e contribuições para o atingir das diferentes competências. Estas são abordadas de seguida, cingindo a análise às áreas de Matemática, Estudo do Meio e Educação Tecnológica. As competências aqui identificadas são directamente retiradas do CNEB Competências Essenciais (2001), publicado pelo Ministério da Educação:

## **Matemática**

A ênfase na aprendizagem da Matemática no Ensino Básico não deverá estar na aquisição de conhecimentos ou no domínio de regras ou técnicas, mas antes na sua utilização para a resolução de problemas, o raciocínio e a comunicação. Neste sentido, a Robótica oferece um campo pleno de oportunidades.

Em seguida, identificam-se alguns aspectos, no âmbito das competências essenciais nos vários domínios da Matemática, para os quais a Robótica pode oferecer a sua contribuição:

- Números e cálculos:
  - Aptidão para efectuar cálculos mentalmente;
  - Aptidão para estimar valores aproximados de resultados e decidir da sua razoabilidade;
  - Aptidão para dar sentido a problemas numéricos e para reconhecer as operações necessárias à sua resolução, assim como explicar os métodos e o raciocínio usados;
- Geometria

- Aptidão para planificar e realizar construções geométricas e analisar as suas propriedades, recorrendo a materiais manipuláveis e a software;
- Aptidão para utilizar a visualização e o raciocínio espacial na análise de situações e na resolução de problemas;
- Compreensão dos conceitos de perímetro, área, volume e amplitude;
- Aptidão para efectuar medições e estimativas;
- Aptidão para formular argumentos recorrendo à visualização e raciocínio espacial;
- Álgebra e funções
  - Aptidão para analisar as relações numéricas, explicitá-las em linguagem corrente e representá-las simbolicamente;
  - Aptidão para construir e interpretar tabelas de valores e gráficos;
  - Sensibilidade para entender e usar as noções de correspondência e de transformação.

### **Estudo do Meio**

A Robótica pode contribuir para que sejam atingidos alguns dos objectivos básicos do ensino das Ciências Físicas e Naturais, tais como:

- Adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias e estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos de investigação científica;
- Questionar o impacto da Ciência e Tecnologia no nosso ambiente e cultura.

A Robótica poderá disponibilizar um conjunto de experiências de aprendizagem de diversos tipos, nomeadamente:

- Conceber projectos, prevendo as diversas etapas, desde a definição de um problema até à comunicação de resultados.



- Realizar trabalho cooperativo em diferentes situações;
- Comunicar resultados de pesquisas e de projectos.

Desta forma, a Robótica poderá contribuir para as competências específicas ao nível das Ciências no Ensino Básico:

- Conhecimento substantivo – análise e discussão de evidências, compreensão e resolução de situações problemáticas, interpretação e compreensão de leis e modelos científicos;
- Conhecimento processual – observação, execução de experiências (individualmente e em equipa), avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas;
- Raciocínio – situações de aprendizagem centradas na resolução de problemas, com interpretação de dados, formulação de hipóteses, planeamento da investigação, previsão de resultados, dedução e generalização, promovendo o espírito crítico e criativo.
- Comunicação – incluir o uso da linguagem científica;
- Atitudes – desenvolver a curiosidade, a perseverança e a seriedade, questionando os resultados obtidos.

## **Educação Tecnológica**

A Educação Tecnológica deverá concretizar-se através do desenvolvimento e aquisição de competências numa sequência de aprendizagens ao longo do Ensino Básico, que deverão integrar saberes comuns a outras áreas e promover a mobilização e aplicação de conhecimentos na abordagem de novas situações. Neste contexto, a Robótica surge como uma ferramenta que promove experiências de aprendizagem que valorizam este processo de transferência e de aplicação de conhecimentos multi-disciplinares, operacionalizando os saberes em situações concretas exigindo respostas operativas e criando situações nas quais é preciso tomar decisões e resolver os problemas.

A contribuição da Robótica neste campo afirma-se nos três eixos estruturantes da Educação Tecnológica no EB, em diversas competências:

- Tecnologia e sociedade
  - Compreender que a natureza e evolução da tecnologia resultam do processo histórico (e.g. através de sessões que “contem” a história dos robôs e da Robótica);
  - Apresentar propostas tecnológicas para a resolução de problemas sociais e comunitários.
- Processo tecnológico
  - Aptidão para analisar e descrever o princípio de funcionamento dos objectos técnicos (e.g. robôs e seus componentes) relativamente às suas funções;
  - Aptidão para realizar artefactos ou sistemas técnicos com base num plano apropriado que identifique as acções e recursos necessários;
  - Predispor-se a imaginar e conceber modificações em sistemas para que estes funcionem melhor;
  - Recorrer ao uso da tecnologia informática para planificação e apresentação dos projectos.
- Conceitos, princípios e operadores tecnológicos
  - Construir estruturas simples, respondendo a especificações e necessidades concretas;
  - Aptidão para verificar que não existe movimento sem estrutura;
  - Aptidão para identificar as partes fixas e móveis de um sistema técnico;
  - Reconhecer alguns mecanismos elementares que transformam ou transmitem o movimento;
  - Conhecer e identificar diferentes formas de energia;
  - Valorizar o uso das energias alternativas;
  - Compreender que os sistemas técnicos podem actuar como receptores e emissores de informação,

nomeadamente no comando e regulação do seu funcionamento (e.g. programação dos robôs);

- Reconhecer que a informática facilita e flexibiliza o comando e regulação dos sistemas técnicos;
- Comparar e escolher materiais mediante as suas características e aplicações técnicas;
- Estabelecer um plano racional de trabalho que relacione as operações a realizar e os meios disponíveis;
- A predisposição para reconhecer que todos os sistemas técnicos podem falhar ou não funcionar como o previsto devido a falhas das suas partes.

A Robótica pode proporcionar um conjunto de actividades em Educação Tecnológica ao nível da observação, da pesquisa, da resolução de problemas, da experimentação, do design e da produção.

### ***3.5 A Robótica Educativa e a investigação em Educação***

Ao longo do que foi exposto nos dois últimos capítulos pôde-se concluir que o interesse pela Robótica, como ferramenta educativa, tem aumentado substancialmente nos últimos anos. De facto, muitos são os que têm reclamado para esta ferramenta benefícios e potencialidades diversas, salientando que constitui uma tremenda fonte de energia que pode ser usada para motivar a aprendizagem de adultos e crianças. Todos aqueles que trabalharam com robôs e crianças dirão que é uma óptima experiência, que o ambiente era eléctrico e que as crianças ganharam muito com a experiência. Sem surpresas, muitos acreditam que este enorme interesse e energia podem ser aproveitados para fins educativos (Johnson, 2003).

No entanto, antes de se recomendar a utilização massiva desta ferramenta nos diversos níveis de ensino, importa estudar em profundidade algumas questões que se relacionam com a real eficácia da Robótica Educativa, na promoção da aquisição de competências e conhecimentos. Nesta secção discutem-se alguns estudos realizados com o intuito de

responder a algumas questões importantes nesta matéria e debatem-se quais serão as questões às quais falta ainda responder devidamente.

De uma forma geral podem enunciar-se algumas questões importantes, em relação à Robótica Educativa, das quais se salientarão as seguintes:

- Que tipos de conteúdos/ competências podem ser aprendidas/ ensinadas recorrendo à Robótica como uma ferramenta?
- Que níveis etários poderão ser contemplados com actividades de Robótica Educativa e como é que estes se relacionam com as respostas à questão anterior?
- Quais são as diferenças entre o tipo de aprendizagem proporcionado pela Robótica e outras formas de aprender/ ensinar?
- Que factores no contexto social do aluno podem afectar a sua reacção às actividades de Robótica? Em particular, será o sexo dos alunos relevante para a sua motivação e para o tipo de actividades a desenvolver?
- Tendo em consideração todos os pontos anteriores, que tipo de actividades deverão ser desenvolvidas para maximizar o potencial da Robótica como ferramenta educativa? E neste contexto, que tipo de apoio e formação terá que ser dado aos professores?

É óbvio que obter respostas adequadas a todas estas questões será um processo moroso cuja conclusão ainda se encontra muito longe dos cenários actuais. Neste âmbito a esmagadora maioria dos estudos realizados recorre a metodologias qualitativas de investigação, dadas as dificuldades inerentes a conduzir estudos de âmbito quantitativo que exigem a recolha de dados quantificáveis por instrumentos de “medida” rigorosos.

Referem-se em seguida alguns dos estudos mais importantes realizados nesta área e que procuram dar resposta a algumas das questões anteriores:

- Bers e Urrea (2000) referem a propósito da avaliação do estudo já referido na secção 2.4 que “experiências inovadoras de aprendizagem não podem ser avaliadas com técnicas tradicionais”. Assim, neste estudo foi usada uma metodologia qualitativa que

incluiu entrevistas com os participantes e observações sobre as suas relações, uso da tecnologia e formas de abordar os problemas. Foram ainda usados os diários escritos pelos participantes ao longo da sessão, bem como foi filmada toda a experiência e organizada uma exposição aberta à comunidade.

- Num estudo também já descrito na secção 2.4, Hacker (2003) usa dois questionários, um no início da actividade e um outro no final de forma a poder comparar atitudes em relação à tecnologia. As restantes ferramentas de avaliação são bastante semelhantes às anteriores, envolvendo também observações, filmes vídeo e diários dos participantes.
- Lund e Pagliarini (1999,2000) têm estudado a questão das diferenças relativas aos sexos. Eles observaram que os rapazes se empenham nas guerras de robôs e no futebol, mas as raparigas não. Depois de fazerem experiências na Escandinávia, eles concluem que as raparigas não são adversas à Robótica mas que se aproximam do tema de forma distinta. Eles desenvolveram novas actividades mais criativas como as competições de dança robótica. Observaram que as raparigas gostam de fazer roupas para os robôs, procissões de robôs, criar coreografias. A conclusão a que chegaram é de que, em princípio, todos poderão beneficiar do robô na sala de aula.



## **4. Enquadramento metodológico do estudo**

Este capítulo pretende oferecer uma descrição do estudo empírico realizado no âmbito desta dissertação. Far-se-á uma descrição do estudo realizado, caracterizando-se a sua natureza, os sujeitos envolvidos e o contexto educativo em que se desenvolveu a intervenção e indicando-se e justificando a utilização dos instrumentos de recolha de dados utilizados. Termina-se com uma sucinta apresentação dos conteúdos e competências do 1º ciclo abordadas neste estudo.

### **4.1 Natureza do estudo**

No essencial, o estudo realizado pode enquadrar-se no âmbito de um paradigma qualitativo, na medida em que se adopta uma perspectiva interpretativa e subjectiva da realidade educativa. Citando Pacheco (1993), esta perspectiva caracteriza-se “por uma investigação das ideias, da descoberta dos significados inerentes ao próprio indivíduo já que ele é a base de toda a investigação”.

Segundo Bogdan e Biklen (1994) a investigação qualitativa tem cinco características essenciais:

- O contexto da investigação é um ambiente natural, onde o investigador se torna no principal agente de recolha de dados;
- Os dados recolhidos tomam uma forma descritiva consistindo tipicamente de palavras e imagens, sendo os resultados apresentados da mesma forma;
- A investigação centra-se essencialmente nos processos e menos nos produtos ou resultados;
- A análise de dados geralmente é realizada de forma indutiva;
- Não se limita à análise de comportamentos mas preocupa-se essencialmente com os significados que os sujeitos atribuem às suas acções e experiências e às dos outros.

Assim, ao invés da investigação quantitativa que lida com dados numéricos, a investigação qualitativa utiliza essencialmente técnicas que dão origem a dados descritivos. Para Merriam (1988), nas metodologias qualitativas, os sujeitos não são reduzidos a simples valores numéricos mas encarados num determinado contexto natural. A utilização de dados descritivos permite captar melhor alguns comportamentos, atitudes e opiniões, permitindo conclusões mais ricas e significativas. Por outro lado, têm a limitação natural associada à falta de poder de generalização de muitas conclusões.

Ludke e André (1986) identificam formas distintas de pesquisa qualitativa, destacando-se a pesquisa etnográfica e o estudo de caso. Este último caso será abordado mais em detalhe pois foi o modelo que mais se assemelha ao nosso estudo e caracterizando-se, segundo os mesmos autores, pelos seguintes aspectos:

- Visam descobrir novos elementos e aspectos importantes para a investigação além dos pressupostos iniciais;
- Dão uma ênfase maior ao contexto onde se desenrola o estudo e à sua importância na interpretação dos resultados;
- Retratam a realidade de forma mais completa e aprofundada;
- Usam uma maior variedade de fontes de informação;
- Permitem generalizações naturalistas;
- Procuram representar as diferentes perspectivas presentes em qualquer situação;
- A linguagem utilizada é mais acessível quando comparado com outros métodos de investigação.

O estudo de caso enquadra-se num tipo de investigação onde, por razões diversas, não é possível generalizar resultados, mas antes descrever um determinado fenómeno educacional. Esta opção pode ser voluntária ou imposta pela natureza do estudo ou pelos recursos disponíveis que impedem que se possa controlar os acontecimentos e manipular as causas do comportamento dos participantes (Yin, 1994),

Merriam (1988) caracteriza o estudo de caso qualitativo pelo seu carácter descritivo, indutivo, particular e a sua natureza heurística. Segundo



esta autora “um estudo de caso é um estudo sobre um fenómeno específico tal como um programa, um acontecimento, uma pessoa, um processo, uma instituição ou um grupo social”.

A opção por este tipo de estudo neste trabalho é, por um lado, um resultado natural da visão construtivista no processo de aprendizagem que emerge naturalmente de tudo o que foi até aqui explanado, bem como dos próprios objectivos do estudo, mas é também uma imposição dos recursos postos à disposição para esta investigação.

Assim, pretendeu-se dar relevância à compreensão do fenómeno em estudo, em particular a forma como a Robótica podia ser usada como ferramenta educativa no 1º ciclo do Ensino Básico e os processos pelos quais os alunos podiam adquirir novas competências com esta ferramenta. Dá-se assim mais ênfase aos processos do que aos produtos, uma das premissas da investigação qualitativa.

Por outro lado, dadas as limitações temporais e materiais do estudo não seria possível obter dados numéricos convincentes sobre estas questões. Um outro factor tomado em consideração passou pelo contexto da intervenção. De facto, esta foi uma intervenção num período de ocupação de tempos livres a ocorrer com alunos com uma fluência tecnológica acima da média. Todo este contexto envolvente teve efeitos nos resultados do estudo difíceis de quantificar numa investigação de cariz quantitativa.

## **4.2 Descrição do estudo**

No sentido de poder atingir os objectivos que foram delineados na Secção 1.2, foi realizado um estudo que envolveu o desenvolvimento de um projecto de Robótica, por parte de um grupo de alunos do 1º ciclo do Ensino Básico, recorrendo à utilização de kits de Robótica da *Lego Mindstorms*.

No sentido de implementar este projecto foi contactada a Associação de Pais da Escola EB 1 de São Lázaro, em Braga, que organiza todos os anos um programa de ocupação de tempos livres durante as férias de Verão. Assim, foi proposto realizar um “Clube de Robótica” para alunos do 3º e 4º anos que

frequentavam este programa. Tendo havido uma resposta positiva avançou-se com a ideia.

O estudo decorreu durante 5 semanas, a partir do final do ano lectivo de 2005/2006, no final de Junho de 2006, tendo terminado no final do mês de Julho, embora algumas das actividades de divulgação tenham decorrido já em Setembro.

A Escola EB1 São Lázaro está integrada no Agrupamento de Escolas André Soares, um dos parceiros num projecto liderado pela Universidade do Minho e que contempla a avaliação das potencialidades educativas da “Robótica Educativa no Ensino Básico”<sup>4</sup>. Este projecto cedeu uma parte do material necessário, tendo o restante sido obtido graças aos esforços da investigadora e à boa-vontade de uma comunidade de Robótica no Minho, que embora pequena acolhe sempre com agrado os seus novos “membros”.

A organização do estudo tinha como meta prevista a realização de três sessões semanais de Robótica, cada uma com uma duração de 2 horas, o que totalizaria um total aproximado de 30 horas.

De forma a poder testar a Robótica como ferramenta pedagógica neste nível de ensino, foi delineado um projecto que passava pela dramatização de uma história infantil, a da famosa “Carochinha” e do seu infeliz “João Ratão”, usando a construção e programação de robôs Lego Mindstorms.

Pretendia-se com esta ideia criar um projecto que fosse atractivo para os alunos, que tivesse um produto final bem definido e que pudesse ser apresentado à comunidade. O objectivo de todos estes requisitos era claro: conseguir altos níveis de motivação por parte dos alunos para que estes não perdessem o ânimo numa época em que a concorrência passava por actividades ao ar livre ou idas à piscina.

De qualquer forma, antes do arranque deste projecto propriamente dito havia alguns conhecimentos e competências mínimas que os alunos teriam que adquirir, ao nível da construção e programação dos robôs.

Assim, a intervenção educativa foi estruturada com base em três grandes fases:

---

<sup>4</sup> Projecto do Ciência Viva - A Robótica Educativa no Ensino Básico

- Preparação do estudo: ambientação à Robótica e à plataforma Lego Mindstorms;
- Desenvolvimento do projecto RobôCarochinha;
- Apresentação do resultado do projecto à comunidade educativa.

Uma descrição mais detalhada da organização do projecto é dada na Tabela 1.

**Tabela 1 - Estrutura das actividades desenvolvidas no estudo.**

<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDADE</b>	<b>SESSÕES/ DURAÇÃO</b>
<b>Fase 1:</b> Preparação: ambientação à Robótica e à plataforma Lego Mindstorms	1.1 – Contacto com a Robótica	Sessão 1 – 1 hora
	1.2 - Construção de robôs	Sessão 2 – 2 horas Sessão 3 – 2 horas
	1.3 – Programação dos robôs	Sessão 4 – 2 horas Sessão 5 – 1 hora Sessão 6 – 2 horas
<b>Fase 2:</b> Desenvolvimento do projecto <i>RobôCarochinha</i>	2.1 - Programação para o cenário preliminar	Sessão 7 – 2 horas Sessão 8 – 2 horas
	2.2 - Reconstrução e teste dos robôs	Sessão 9 – 2 horas
	2.3 – Programação para o cenário final	Sessão 10 – 2 horas Sessão 11 – 2 horas
	2.4 – Integração do “guarda-roupa” e ensaio final	Sessão 12 – 2 horas Sessão 13 – 1 hora
<b>Fase 3:</b> Apresentação do projecto à comunidade	3.1 – Apresentação ao ATL	EB1 São Lázaro – Julho de 2006
	3.2 – Apresentação à comunidade	- Conferência “Hands on Science”: Science Fair e Robotics Festival

### **4.2.1 Preparação do estudo: ambientação à Robótica e à plataforma Lego Mindstorms**

Numa primeira fase havia a necessidade de realizar actividades com os alunos que lhes permitissem adquirir os conhecimentos e as competências básicas para o trabalho com os kits de Robótica da Lego Mindstorms. Esta fase teve duas actividades principais: a construção de robôs e a sua programação, tendo estas sido precedidas por uma sessão de apresentação, que constituiu o primeiro contacto com a Robótica.

#### **a) Contacto com a robótica**

A intervenção começou com uma sessão de apresentação da Robótica aos alunos, com a duração de cerca de uma hora. Nesta participou como convidado o Prof. Manuel Filipe Costa, do Departamento de Física da Universidade do Minho, que se prontificou para uma conversa informal com os alunos sobre o tema, fazendo além disso algumas demonstrações.

Nesta sessão os alunos tiveram contacto com um robô em forma de barco e com um robô tipo carro e puderam experimentar e verificar o seu funcionamento. Foram discutidas as funções das principais componentes como o RCX, os motores ou os diversos tipos de sensores.



**Figura 16 - Apresentação dos robôs às crianças**

## **b) Construção de robôs**

A primeira sessão de contacto com a Robótica teve como objectivo proceder à construção de alguns robôs usando os kits de peças da Lego Mindstorms descritos na Secção 2.3.1.

Os alunos tiveram uma ajuda especial de colegas um pouco mais velhos da Escola EB 2,3 de Tadim que os vieram ajudar. Nesta escola existe há alguns anos um projecto de Robótica e estes alunos tinham por isso bastante prática nesta actividade. Criou-se além disso um espírito de colaboração bastante saudável entre os alunos.

A construção, à partida, parecia fácil. Ver um robô já construído tornava a tarefa mais simples. Contudo, a tarefa era afinal mais complicada, quando verificaram que, para pôr um robô a funcionar, tinham que usar peças muito pequenas que serviam de ligação a outras peças maiores.

O material foi posto em cima das mesas e os alunos começaram a construir os seus robôs. Iam pondo peças, tirando peças ... até obterem o resultado desejado, invariavelmente um carro.

Depois de construídos os robôs cada um pôde experimentá-los. Foi-lhes dito para carregarem no botão vermelho para ligarem o RCX e seguidamente carregar no verde para executar os programas pré-definidos que já estão instalados no RCX. Nestes, os robôs movimentavam-se para a frente e para trás.

Durante a sessão seguinte, ainda se trabalhou ao nível da construção. Nesta sessão foi explicado aos alunos o papel dos diversos tipos de sensores, nomeadamente os sensores de toque e de luz.

Estes dois tipos de sensores foram incluídos nos robôs que haviam sido construídos. Para testar estas construções a investigadora construiu alguns programas simples e descarregou-os para cada um dos robôs para que os alunos pudessem perceber melhor o funcionamento de cada sensor.



**Figura 17 - Construção dos robôs com material lego**

### **c) Programação de robôs**

#### **- O primeiro guião de tarefas:**

Após o processo de construção dos robôs e tendo já um robô disponível, passou-se à fase de programação. Esta tarefa fez uso do software Robolab, descrito detalhadamente na Secção 2.3.1. Começou, assim, por instalar-se o software em vários computadores, bem como os programas que permitiam o funcionamento da torre de comunicação com o RCX. Cada aluno (ou grupo de alunos) trabalhou no seu computador e tinha o seu próprio robô.

A instalação do software revelou-se uma tarefa mais complexa do que era antecipado. O facto de a aplicação ter já alguns anos e algumas dificuldades com a comunicação de infra-vermelhos entre os robôs e os computadores dificultaram a tarefa. Muitos computadores bloqueavam com o software e foi necessário escolher outros computadores e em alguns casos mudar a versão do software. Com tudo isto, o trabalho de programação atrasou-se um pouco, mas, com a ajuda de todos, foi possível criar um bom ambiente de trabalho que permitiu que as sessões seguintes fossem produtivas.

Esta fase do trabalho fez uso de um guião onde se explicavam os passos a seguir (Anexo D). Nesta fase, começou-se pela utilização dos níveis “Pilot 2”, “Pilot 3” e “Pilot 4” do Robolab, fazendo-se assim uma progressão em

termos de complexidade do software. O objectivo era que os alunos se ambientassem com o software e ganhassem alguma experiência antes de avançar com o projecto final.

Por exemplo a investigadora pediu para que todos programassem o robô para andar para a frente durante algum tempo. Depois, pediu que programassem o robô para andar e parar quando encontrasse um obstáculo.

#### **- o exercício do “metro”**

Depois de realizarem todas as propostas do guião passou-se, na sessão seguinte, à realização de tarefas práticas mais específicas. Foi utilizado o metro de madeira muito usado nas escolas para os alunos verificarem de quanto tempo precisava o robô para percorrer uma dada distância.

Cada aluno estipulou o tempo que queria que o robô andasse. Isto serviu para verificar quanto tempo o robô demorava a percorrer a distância de um metro. Outros punham o robô a andar e verificavam, através do relógio, quanto tempo demorava o robô a percorrer um metro.

#### **- o exercício da mesa rectangular**

Depois de experimentarem o robô a percorrer o metro, todos chegaram a um resultado. Cada robô demorava determinado tempo a percorrer o metro, que não era o mesmo para todos os robôs. A investigadora sugeriu então que tentassem percorrer uma mesa rectangular que se encontrava no meio da sala. Esta tinha cerca de 2 x 1 metros.

Este exercício era bastante mais complexo que o anterior, uma vez que obrigava a um programa que teria que efectuar várias tarefas distintas em sequência (andar em frente 2 metros, virar 90°, andar em frente 1 metro e assim sucessivamente). Isto obrigava a alguma perícia no processo de programação no Robolab e podia tornar-se mais complicado se a construção do robô não fosse suficientemente robusta o que poderia levá-lo a não seguir as linhas rectas com exactidão. A tarefa de rodar exactamente um ângulo recto também trazia alguns problemas.



**Figura 18 - Robô a percorrer a mesa rectangular**

#### **4.2.2 Desenvolvimento do projecto RobôCarochinha**

Após a fase prévia, todos estavam preparados já para os desafios do projecto *RobôCarochinha*. Ao nível do programa de tempos livres onde o “Clube de Robótica” se integrava todos queriam integrar o projecto, pelo que ficou decidido que os mais novos (alunos dos 1º e 2º anos) poderiam ajudar na construção do cenário e da construção dos fantoches que iriam decorar os robôs. Este trabalho foi decorrendo em paralelo com o projecto de Robótica propriamente dito.

Entretanto, nesta fase era necessário construir os robôs para a história e fazer a sua programação. A história foi simplificada para permitir a sua dramatização com robôs estando o texto final disponível no Anexo E.

Para cada papel foi escolhido um responsável, tendo sido decidido que seriam as seguintes as personagens:

- A inevitável “Carochinha”;
- O infeliz “João Ratão”;
- O “Boi”;
- O “Cão”;
- O “Gato”.



Na descrição das actividades (em especial no Capítulo 5) são usados estes nomes para evitar referir os nomes próprios dos alunos. Quando se torna necessário identificar os robôs estes tomarão o nome de Robô seguido do nome do personagem. Nos parágrafos que se seguem são descritas as principais tarefas realizadas para a prossecução do projecto inicialmente previsto, nomeadamente a construção e programação dos robôs para as tarefas necessárias.

### **a) Programação para o cenário preliminar**

No início desta tarefa, estava já construído um cenário com um local inicial para cada robô. Numa primeira fase, os alunos usaram os robôs que haviam construído anteriormente.

Cada robô tinha uma dada tarefa em toda a história que era necessário programar:

- O robô “Carochinha” iniciava a história tocando uma música e rodando simultaneamente. Quando a música parava ela fazia um som rápido como sinal de ter encontrado uma moeda. Em seguida, parava e esperava a chegada dos pretendentes. Quando chegava cada um dos três primeiros pretendentes (os robôs “Boi”, o “Cão” e o “Gato”) e lhe tocavam no sensor de toque que ela tinha na parte frontal, ela rodava três vezes para a direita e para a esquerda (cerca de 45º para cada lado), significando uma resposta negativa. Ao quarto toque, dado pelo robô “João Ratão”, o robô “Carochinha” devia avançar e recuar duas vezes, respondendo afirmativamente. Em seguida, os dois robôs esperam alguns momentos enquanto o robô “Carochinha” tocava o som da marcha nupcial. Ao fim de alguns momentos, os dois robôs rodam em direcção ao edifício da igreja e seguem até tocar nesse edifício. A “Carochinha” pára nesse momento.
- Os robôs “Boi”, “Cão” e “Gato”, por esta ordem, terão que sair do seu local no cenário, representado por uma casinha. Percorrem o seu percurso até atingir a “Carochinha” e tocam no seu sensor de toque.

Quando esta responde negativamente, rodam e avançam abandonando o cenário.

- O robô “João Ratão” deverá também sair do seu local no cenário, após os outros 3 animais terminarem o seu percurso. Ele dirige-se também à Carochinha, embate-lhe no seu sensor de toque e depois acompanha-a nos seus movimentos até tocarem na igreja. Nessa altura, simulando ter-se esquecido das luvas, o robô recua, roda e dirige-se ao local do cenário representando o caldeirão onde termina a história.

Um narrador externo acompanha o desenrolar da história lendo o texto do Anexo E.

Neste primeiro cenário, os percursos das casas dos vários animais até ao robô “Carochinha” eram compostos por duas linhas rectas em forma de L. Desta forma, a complexidade da programação envolvida não deveria ser maior do que a envolvida no exercício da mesa rectangular. No entanto, alguns factores poderiam complicar a questão, nomeadamente o piso do cenário que devido às tintas usadas se tornava mais rugoso e levava a desviar os robôs da sua trajectória.



Figura 19 - Cenário 1

## **b) Reconstrução e teste dos robôs**

Realizados os primeiros testes verificaram-se alguns problemas de robustez com alguns dos robôs, em especial no que dizia respeito ao atrito com o solo e ao encaixe das rodas. Por outro lado, alguns robôs necessitavam de sensores de toque que não estavam ainda incorporados e noutros casos estavam mal inseridos na estrutura e tendiam a cair quando o robô tocava em qualquer objecto.

Realizou-se então um processo de reconstrução dos robôs no sentido de os tornar mais robustos e adequados à tarefa que se pretendia que realizassem. A questão do atrito foi resolvida colocando lagartas, que no entanto não eram suficientes para todos os robôs. A estrutura geral dos robôs foi revista para que os encaixes das rodas tivessem mais segurança e para que fosse possível introduzir os sensores de toque de forma a ficarem também mais seguros.

### **c) Programação para o cenário final**

Em paralelo com o processo de reformulação dos robôs, foi construído um novo cenário. Este surgiu para tornar mais interessante o percurso de cada um dos robôs a caminho da “Carochinha” dando assim um colorido diferente à história e criando um novo desafio de programação para os alunos.

Neste novo cenário, cada robô fazia um trajecto ligeiramente diferente dos restantes e cada aluno teve que estudar a melhor forma de abordar o problema. Durante três sessões os alunos foram programando e testando os robôs no novo cenário.

A partir da segunda destas sessões os robôs tinham já disponíveis os seus fatos, que constavam de fantoches feitos com gesso e papel de jornal, pintados e vestidos com tecidos diversos, que eram colados sobre os RCX. Os vestidos desciam sobre o RCX tapando-o, mas por vezes causando outros problemas pois enrolavam-se nas rodas. Os alunos tiveram que abordar e resolver estas questões.

A última das 3 sessões funcionou como um ensaio geral onde se faziam as últimas afinações antes de se poder mostrar o projecto aos restantes alunos do programa de férias da escola.



Figura 20 - Cenário 2 - execução do projecto



Figura 21 - Cenário 2

#### 4.2.3 Apresentação do projecto à comunidade

##### a) Apresentação aos alunos da EB1 São Lázaro

O primeiro teste do projecto ocorreu perante um público bastante exigente: os alunos do programa de férias da Escola EB1 de São Lázaro, constituído por cerca de 30 alunos e 3 monitoras. Todos eles tinham também

participado no projecto, ajudando no desenvolvimento dos cenários e dos fantoches que cobriam os robôs. Estavam por isso bastante curiosos por ver o resultado final, que lhes tinha sido ocultado até ao momento com grande segredo.

Perante alguns olhares de espanto e um silêncio nada habitual decorreu a apresentação, finda a qual todos se manifestaram com bastante entusiasmo. Para muitos terá sido o primeiro contacto ao vivo com robôs e alguns terão ficado surpreendidos com o que viram. Os olhares admirados alastraram até às monitoras, licenciadas em Ensino Básico 1º ciclo, que puderam assim ganhar alguma motivação para o tema da Robótica Educativa.

### **b) Apresentação na conferência “Hands On Science”**

Por convite do Prof. Manuel Filipe Costa, a equipa deslocou-se no dia 8 de Setembro de 2006 ao Campus de Gualtar, na Universidade do Minho para apresentar o projecto aos participantes na conferência internacional “Hands On Science”. Nesta tarde decorria uma exposição aberta sobre Ciência, denominada “Science Fair”.

Foi instalado o cenário e colocados a postos os robôs e sempre que alguém curioso se aproximava fazia-se uma demonstração do “espectáculo”. Neste dia e para tornar a demonstração mais rápida, o robô “Gato” não era incluído, até porque o seu responsável não pôde estar presente.

Um dos visitantes da tarde acabou por ser uma equipa do jornal “Diário do Minho” que, julgando o projecto bastante inovador, fez uma reportagem que foi publicada na edição do dia seguinte (Anexo K).

No dia seguinte, dia 9 de Setembro, no âmbito da mesma conferência realizou-se no Instituto Português da Juventude, em Braga, um Festival de Robótica, que envolveu algumas competições e demonstrações. Mais uma vez, a equipa deslocou-se ao IPJ e aí montou o cenário e encenou o espectáculo para um público agora mais especialista.

Mais uma vez a recepção foi bastante positiva, tendo a comunidade de Robótica recebido este projecto de braços abertos, como uma ideia diferente de aplicação da Robótica. Os alunos da equipa puderam também eles tomar contacto com outros projectos e outros alunos interessados em Robótica, tendo

tido oportunidade de assistir a competições de futebol robótico, salvamento e dança. Puderam ainda ver o novo robô da Lego, o NXT.

Como uma notícia na imprensa nunca vem só, no dia seguinte o “Jornal de Notícias” publicou um artigo sobre o festival, no qual o RobôCarochinha teve direito a mais um parágrafo de “glória” (Anexo J)



**Figura 22 - Apresentação do projecto à comunidade robótica no IPJ**

### ***4.3 Sujeitos envolvidos no estudo e contexto***

#### **4.3.1 A comunidade educativa**

O estudo decorreu no âmbito do programa de férias de Verão da Associação de Pais da Escola EB1 de São Lázaro que teve a participação de cerca de 40 alunos do 1º ciclo, acompanhados por 3 monitoras, todas licenciadas em Ensino Básico 1º ciclo.

A Associação de Pais e a Direcção da Escola e do Agrupamento tiveram um papel primordial ao ceder amavelmente a sala de informática, bastante bem equipada, que foram construindo ao longo destes anos.

Apesar de só alguns dos alunos do programa de férias terem participado directamente no projecto, e tal como já foi referido, todos eles tiveram uma participação nas actividades que o rodearam, nomeadamente ao nível da concepção dos cenários e adereços dos robôs.

Os pais e encarregados de educação envolveram-se também no projecto, tendo colaborado ao nível da concepção dos fantoches e do guarda-roupa, bem como ajudando com alguns consumíveis como pilhas recarregáveis, para além do apoio que foram prestando aos seus educandos assistindo às apresentações públicas do projecto.

A Escola EB1 de São Lázaro caracteriza-se por uma população escolar de classe média/ média alta, em termos sócio-económicos e culturais, com uma predominância urbana. A Associação de Pais tem desenvolvido há já alguns anos diversas actividades de tempos livres, que incluem clubes de Informática, Ciências e Matemática, Expressões e Língua Inglesa.

#### **4.3.2 Os alunos participantes**

O “Clube de Robótica” foi realizado no contexto do programa de férias referido, tendo tido como participantes os alunos voluntários dos 3º e 4º anos de escolaridade. No início estavam presentes cerca de 10 alunos, que por razões várias acabaram por se reduzir a 5 na segunda e terceira fases do projecto. Ou seja, apenas 5 alunos estiveram presentes nas 5 semanas do programa de férias enquanto os restantes estiveram apenas 2 ou 3 semanas consoante o caso.

Os alunos participantes tinham um historial de participação nas actividades promovidas pela Associação de Pais, incluindo 3 a 4 anos de Informática, o que lhes dava algumas competências na utilização dos meios informáticos, porventura pouco comuns na generalidade dos alunos do 1º ciclo. Este será um factor importante a ter em conta na análise dos resultados deste trabalho, uma vez que uma certa destreza na utilização do computador era um pré-requisito primordial para o trabalho a desenvolver.

Dos 5 participantes 4 eram indivíduos do sexo masculino, tendo havido apenas uma menina que começou e completou o projecto. A distribuição em termos de anos lectivos era equilibrada, havendo cinco alunos de cada um dos anos. No final ficaram 3 alunos do 3º ano e 2 do 4º ano.

Segue-se uma descrição mais detalhada de cada um dos cinco alunos que completaram o projecto, participando na fase de desenvolvimento da

dramatização *RobôCarochinha*. Para manter a privacidade cada um será identificado pelo seu papel no projecto.

### **a) “Boi”**

Este é um aluno do sexo masculino, com 9 anos e que acabou o 3º ano de escolaridade. O pai e a mãe concluíram ambos o 9º ano de escolaridade. Tem um irmão mais velho. Ocupa o seu tempo livre no ATL da Associação de Pais da própria escola e em casa gosta de jogar e trabalhar no computador e de jogar futebol. É um menino muito falador, considerado bastante simpático.

A nível de trabalho, revela alguma precipitação na execução de tarefas. Relativamente à sua personalidade é extrovertido, bastante participativo e com alguma autonomia. Gosta de ajudar os outros no trabalho e é um bom companheiro.

Segundo a sua auto-avaliação escolar, a sua disciplina preferida é a Matemática porque se sente à vontade e quando está a trabalhar nessa área sente-se muito bem. A que gosta menos é a Expressão Plástica, porque nesta área não se considera muito bom. Sente algumas dificuldades na escrita, onde quase sempre dá alguns erros.

Segundo dados da professora da turma, relativamente ao trabalho individual na escola, demonstra um nível satisfatório nas seguintes vertentes: interesse e participação nas actividades, capacidade de organização e sentido de responsabilidade, imaginação e criatividade, capacidade de pesquisa e reflexão sobre o trabalho realizado e autonomia na realização dos trabalhos.

Ainda segundo a mesma fonte, mas agora relativamente ao trabalho de grupo, revela-se igualmente satisfatório ao nível da capacidade de iniciativa, de reflexão sobre o trabalho realizado, de integração e cooperação no grupo, de participação, de autonomia e de responsabilidade. Em relação à comunidade é um menino bastante sociável, tolerante e respeitador da diferença, respeitador das regras e normas de convivência. Revela um espírito solidário e crítico, é capaz de reflectir sobre as suas próprias atitudes e comportamentos.

Ainda segundo a avaliação da professora, a nível da língua portuguesa, é considerado um aluno médio, com algumas lacunas a nível de escrita ortográfica e aplicação de regras gramaticais, produzindo textos pouco



extensos e criativos. Na área da Matemática é considerado um bom aluno, revelando um bom raciocínio e cálculo mental. Em termos gerais é uma criança que revela interesse e empenho pelas actividades.



**Figura 23 - Robô Boi**

#### **b) “Cão”**

Tal como o anterior, este aluno é do sexo masculino, tem 9 anos e acabou o 3º ano de escolaridade. O pai tem o bacharelato e a mãe é licenciada. Tem um irmão mais novo que também frequenta a mesma escola. É um aluno que tem acesso ao computador em casa. É um menino falador e simpático, gosta de participar em tudo e de forma correcta. Pensa antes de falar. Relativamente à sua personalidade é extrovertido, bastante participativo e com muita autonomia. Não desiste com facilidade.

Segundo a sua própria auto-avaliação, gosta de frequentar a escola porque acha que pode aprender e ter amigos com quem possa brincar. A sua disciplina preferida é o Estudo do Meio, onde prefere a História e onde também se fala sobre os animais, a Terra, as plantas e os astros. A disciplina menos apreciada é a Matemática porque é muito difícil fazer as contas de dividir exactas onde sente dificuldades por causa da tabuada do 7 e do 8. Refere que os comportamentos que deve melhorar são o manter silêncio na aula e não incomodar os colegas.

Segundo dados da professora de turma e relativamente ao trabalho individual na escola, este aluno está num nível bastante bom, revelando bastante interesse e participação nas actividades, capacidade de organização e sentido de responsabilidade, imaginação e criatividade, capacidade de pesquisa e reflexão sobre o trabalho realizado e tem autonomia na realização dos trabalhos.

Relativamente ao trabalho de grupo, revela-se igualmente no nível mais elevado com bastante capacidade de iniciativa, de reflexão sobre o trabalho realizado e de integração e cooperação no grupo. É muito participativo e muito autónomo e envolve-se com sentido de responsabilidade. É um menino bastante sociável tolerante e respeitador da diferença, respeitador das regras e normas de convivência. Revela um espírito solidário e crítico, é capaz de reflectir sobre as suas próprias atitudes e comportamentos.

A nível da língua portuguesa é considerado um aluno com bom aproveitamento na expressão oral, na leitura e compreensão, na aplicação das regras gramaticais e ortográficas e na produção escrita de textos. Na área da Matemática é considerado um bom aluno, não apresentando grandes dificuldades, revelando um bom raciocínio e um cálculo mental desenvolvido. Em termos gerais é uma criança que revela interesse e empenho pelas actividades, tendo transitado de ano com aproveitamento elevado.



**Figura 24 - Robô Cão**

### **c) “Gato”**

Este aluno é do sexo masculino, tem 9 anos e acabou o 3º ano de escolaridade. O pai concluiu o 12º ano e a mãe o 10º ano. Tem um irmão mais novo, ainda bebé. Ocupa o seu tempo livre no ATL da Associação de Pais. Tem acesso ao computador em casa. É um menino pouco falador, tímido, mas simpático. Relativamente à sua personalidade é pouco extrovertido, pouco participativo e com alguma autonomia.

Segundo a sua auto-avaliação escolar, ele gosta de frequentar a escola porque os professores ensinam bem e porque pode falar com os colegas no recreio. A sua disciplina preferida é o estudo do meio porque tem coisas interessantes. A menos preferida é a língua portuguesa porque é difícil em alguns casos. Ainda sente dificuldades na divisão. E o silêncio, o comportamento e a reacção dele perante os outros e perante a professora são os comportamentos que deverá melhorar.

Segundo dados da professora de turma e relativamente ao trabalho individual na escola demonstra bastante interesse e participação nas actividades, imaginação, criatividade, autonomia e capacidade de pesquisa mas revela pouca capacidade de organização. Tem algum sentido de responsabilidade e capacidade de seleccionar a informação adequada.

Relativamente ao trabalho de grupo, revela alguma capacidade de iniciativa, de reflexão sobre o trabalho realizado e de integração e cooperação no grupo. É participativo e autónomo e envolve-se com sentido de responsabilidade. É um menino bastante sociável, tolerante e respeitador da diferença. É moderadamente respeitador das regras e normas de convivência. Revela algum espírito solidário e crítico, sendo capaz de reflectir sobre as suas próprias atitudes e comportamentos.

A nível da língua portuguesa obteve um bom aproveitamento na leitura e compreensão de textos, no funcionamento da língua e na produção de textos. Na área da Matemática é considerado um bom aluno, não apresentando grandes dificuldades, revelando um bom raciocínio e cálculo mental. Em termos gerais é uma criança que revela interesse e empenho pelas actividades,

mas que deve melhorar a sua atenção/concentração assim como a sua organização individual de trabalho.



**Figura 25 - Robô Gato**

#### **d) “João Ratão”**

Este aluno é do sexo masculino, tem 10 anos e acabou o 4º ano de escolaridade. O pai e a mãe concluíram ambos o 6º ano. Tem uma irmã mais nova. Ocupa o seu tempo livre no ATL da escola, não tem computador em casa, gosta de jogar futebol. Relativamente à sua personalidade é pouco extrovertido, ouve mais do que fala, mas é bastante participativo nas actividades quando solicitado e com bastante autonomia. Gosta de ajudar os outros no trabalho e é bom companheiro.

Segundo dados da professora de turma e relativamente ao trabalho individual na escola demonstra interesse e participação nas actividades, revela capacidade de organização e sentido de responsabilidade, tem imaginação e criatividade, bem como possui capacidade de pesquisa e reflexão sobre o trabalho realizado, tem muita autonomia na realização dos trabalhos. Relativamente ao trabalho de grupo, revela capacidade de iniciativa, de reflexão sobre o trabalho realizado e de integração e cooperação no grupo. É participativo e autónomo e envolve-se com sentido de responsabilidade. É um menino bastante sociável tolerante e respeitador da diferença, respeitador das

regras e normas de convivência. Revela um espírito solidário e crítico, é capaz de reflectir sobre as suas próprias atitudes e comportamentos.

A nível da língua portuguesa é considerado um aluno médio, não revelando grandes dificuldades. Na área da Matemática é considerado um bom aluno, revelando um bom raciocínio e cálculo mental sendo nesta disciplina que se destaca mais. Ainda assim, não é considerado um aluno excelente. Em termos gerais é uma criança que revela interesse e empenho pelas actividades.



**Figura 26 - Robô João Ratão**

#### **e) “Carochinha”**

Esta aluna é do sexo feminino tem 10 anos e acabou o 4º ano de escolaridade. O pai é doutorado e a mãe é licenciada. Tem uma irmã mais nova, ainda bebé. Ocupa o seu tempo livre no ballet, na natação e a brincar com o computador, com a playstation e andar de bicicleta. Gosta bastante de música. É uma menina faladora e simpática. Mostra-se atenta ao trabalho dela e dos outros. Relativamente à sua personalidade é extrovertida, bastante participativa e com muita autonomia. Gosta de ajudar os outros no trabalho e é bastante companheira.

Segundo dados da professora de turma e relativamente ao trabalho individual na escola demonstra interesse e participação nas actividades, revela capacidade de organização e sentido de responsabilidade, tem imaginação e

criatividade, bem como possui capacidade de pesquisa e reflexão sobre o trabalho realizado, tem autonomia na realização dos trabalhos. Relativamente ao trabalho de grupo, revela capacidade de iniciativa, de reflexão sobre o trabalho realizado e de integração e cooperação no grupo. É participativa e autónoma e envolve-se com sentido de responsabilidade. É uma menina bastante sociável tolerante e respeitadora da diferença, respeitadora das regras e normas de convivência. Revela um espírito solidário e crítico, é capaz de reflectir sobre as suas próprias atitudes e comportamentos.

A nível da Língua Portuguesa é considerada uma boa aluna. Na área da Matemática é considerada uma aluna razoável, revelando um bom raciocínio e cálculo mental e ainda capacidade de resolução de problemas e de domínio de procedimentos. Em termos gerais é uma criança que revela interesse e empenho pelas actividades.



**Figura 27 - Robô Carochinha**

#### ***4.4 Instrumentos de recolha de dados***

Na investigação realizada foram utilizados diversos instrumentos de recolha de dados comuns na investigação qualitativa. Estes foram desenhados e implementados pela investigadora que procedeu na totalidade á recolha dos dados e ao seu tratamento e interpretação.

No estudo foram utilizados os seguintes instrumentos de recolha:

- observação participante;

- filmagem vídeo das sessões de trabalho;
- documentos produzidos pelos alunos (e.g. ficheiros de computador com os programas dos robôs);
- entrevistas aos alunos;
- questionários escritos aos alunos.

#### **4.4.1 Observação directa e filmagem vídeo**

Num estudo qualitativo, toma especial relevo o papel do investigador como instrumento de recolha de dados. Neste caso, a observação dos acontecimentos é de primordial relevância. No estudo em apreço esta tomou a forma de observação participante, uma vez que a investigadora foi também um sujeito activo durante toda a intervenção.

Segundo Cohen e Manion (1990) a observação participante é uma forma de observação eminentemente educativa, dado que o investigador nesta área tem em mãos um projecto de acção que tipicamente provoca efeitos sobre os sujeitos que estão a ser alvo de observação. Bogdan e Biklen (1994) sugerem ainda que esta forma de observação permite uma aproximação do investigador aos significados que os sujeitos atribuem às suas acções e ao contexto que os rodeia.

Algumas das vantagens deste tipo de observação residem em permitir ao observador seleccionar, registar e analisar apenas as ocorrências de relevo para o estudo, bem como desenvolver uma relação íntima e informal com os sujeitos do estudo (Bailey citado por Cohen e Manion, 1990).

Segundo Vale (2000), “a observação é a melhor técnica de recolha de dados do individuo em actividade, em primeira mão, pois permite comparar aquilo que diz com aquilo que faz”.

Neste estudo, a investigadora tomava também o papel de professora e de coordenadora de todas as acções. Sendo um papel complexo, permitia também criar uma certa cumplicidade com os alunos criando assim um vínculo que permitiu ganhar a sua confiança e criar um clima de desinibição. Foi, assim, possível que os alunos pudessem expressar-se sem receios ou restrições durante as sessões.



Por outro lado, o registo em vídeo de grande parte das actividades permitiu, com o seu visionamento posterior, captar algumas situações que, devido ao envolvimento da investigadora numa outra tarefa, se poderiam ter perdido.

Neste sentido, Cohen e Manion (1990) destacam três vantagens do registo vídeo no contexto da investigação educativa:

- Proporciona um registo compreensivo dos comportamentos, das atitudes, das reacções e dos diálogos ocorridos na intervenção, sempre disponível para análise posterior;
- Melhoram a fiabilidade do estudo;
- Permite que as ocorrências sejam revistas repetidamente.

Neste estudo, a observação directa e os vídeos serviram para poder efectuar a narração das sessões e dos principais factos ocorridos, bem como dos diálogos entre os alunos e entre estes e a investigadora.

Para que este relato pudesse ser o mais completo e rigoroso, a investigadora tomava notas durante as sessões e nas horas que se lhe seguiam. Segundo Bogdan e Biklen (1994) “a palavra escrita assume particular importância da abordagem qualitativa tanto para o registo dos dados como para a disseminação dos resultados”.

#### **4.4.2 Questionários e entrevistas**

Uma das vertentes do estudo de caso realizado passou pela avaliação das concepções que os alunos possuíam sobre a Robótica e da forma como estas evoluíram com a realização da intervenção.

Desta forma, foram aplicados a todos os alunos dois questionários, um pré-questionário, aplicado antes da intervenção e um pós-questionário, aplicado após todo o projecto ter sido concluído. As questões colocadas são em ambos os casos apresentadas nos Anexos B e F.

O pré-questionário tinha como principal objectivo determinar quais as concepções prévias dos alunos em relação à Robótica, determinando qual era



a sua definição de robô, as tarefas que julgavam possíveis ser realizadas por robôs, a forma de os construir e programar.

Por outro lado, o pós-questionário pretendia avaliar se o trabalho realizado havia conduzido a uma alteração profunda nas concepções anteriores, bem como avaliar as principais dificuldades sentidas pelos alunos e dos factores que mais os haviam motivado para as actividades nesta área.

Após a realização do último questionário chegou-se à conclusão que a forma escrita das respostas poderia limitar a riqueza do discurso, dado tratar-se de alunos ainda em fase de formação precoce da capacidade de expressão escrita (Foddy, 1996).

Para debelar este problema foi tomada a decisão de repetir as questões do pós-questionário sob a forma de entrevista oral. Nestas, os alunos podiam expressar-se mais livremente e dar respostas mais longas e mais ricas. As entrevistas foram do tipo semi-estruturado, pois seguia o esquema prévio dado pelo questionário, mas a investigadora introduzia alterações aproveitando o rumo seguido pelas respostas do aluno. Podia assim aprofundar algum tema que julgasse interessante a partir das respostas recebidas. Nesse sentido podemos dizer que as entrevistas foram personalizadas porque as adaptamos à personalidade de cada aluno como se pode ver no Anexo G.

#### **4.4.3 Documentos produzidos pelos alunos**

Um dos instrumentos mais importantes de recolha de dados no âmbito deste trabalho passou pelos ficheiros de programação no Robolab Anexo I que eram produzidos pelos alunos. À medida que iam progredindo nas suas tarefas, todos os alunos iam guardando os programas que efectuavam. Foram, assim, mantidas as diversas versões dos programas produzidos ao longo do tempo.

Uma análise cuidada da evolução destes programas fornece pistas valiosas para a compreensão da evolução de cada um dos alunos, para o seu estilo de aprendizagem e para a forma como abordaram os diversos problemas que foram surgindo ao longo do processo.

## **4.5 Procedimentos adoptados para análise de dados**

Os dados recolhidos com base nos instrumentos anteriores deram corpo à análise de resultados segundo um conjunto de categorias de análise que se julgaram relevantes no presente estudo.

A Tabela 2 resume esta relação apresentando na coluna da esquerda os instrumentos de recolha de dados, nomeadamente a observação directa e a filmagem vídeo, os documentos produzidos pelos alunos (programas do Robolab), os questionários e as entrevistas. A coluna da direita revela as diversas categorias de análise abordadas neste capítulo, indicando a relação com os instrumentos de recolha de dados.

**Tabela 2 - Instrumentos de recolha de dados vs categorias de análise**

<b>Instrumentos de recolha de dados</b>	<b>Categorias de análise</b>
<b>Observação directa / filmagem vídeo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ambiente geral;</li> <li>• Motivação e empenho dos alunos;</li> <li>• Organização do trabalho dos alunos;</li> <li>• Persistência na conclusão das tarefas</li> <li>• Comportamento dos alunos perante um novo ambiente de aprendizagem</li> <li>• Capacidade de construção e programação dos robôs</li> <li>• Capacidade de seguir percursos e itinerários com o robô</li> <li>• Compreender o raciocínio e as estratégias utilizadas nas tarefas realizadas;</li> </ul>
<b>Documentos produzidos pelos alunos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidade de programação dos robôs</li> <li>• Facilidade e destreza na interpretação dos comandos de programação</li> <li>• Capacidade de programar o robô para seguir percursos e itinerários</li> <li>• Capacidade de programar o robô para executar tarefas simples e complexas (seguir em frente e rodar)</li> <li>• Compreender o raciocínio e as estratégias utilizadas nas tarefas realizadas;</li> </ul>
<b>Questionários e entrevistas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personalidade dos alunos</li> <li>• Percepções/ atitudes dos alunos em relação às actividades de investigação realizadas</li> <li>• Compreender o raciocínio utilizado nas tarefas realizadas;</li> <li>• Percepções/ atitudes dos alunos em relação aos kits Lego Mindstorms e às actividades de Robótica</li> <li>• Percepções/ atitudes dos alunos sobre a adequação da robótica a actividades de dramatização de histórias</li> </ul>

## **4.6 Conteúdos e competências abordadas**

Ao longo do trabalho realizado foram abordados diversos conteúdos e competências identificadas como essenciais ao nível dos currículos do 1º ciclo do Ensino Básico. Estes serão explorados nesta secção fazendo-se uma descrição sucinta das actividades que contribuem para cada uma das vertentes analisadas. Esta análise incidirá especificamente sobre o trabalho realizado neste projecto e complementa a análise mais geral da Secção 3.4.8.

### **4.6.1 Matemática**

Na Tabela 3 apresentam-se as competências trabalhadas ao nível da área curricular de Matemática. Estas estão agrupadas pelos blocos de Números e Operações, Geometria e Resolução de problemas.

Na última coluna desta tabela são listadas as actividades realizadas neste âmbito, sendo estas directamente relacionadas com as competências trabalhadas e o respectivo bloco.

### **4.6.2 Estudo do Meio**

O trabalho realizado terá, em termos da contribuição para o ensino na área das Ciências Físicas e Naturais como principal objectivo o de providenciar uma melhor compreensão dos procedimentos de investigação científica, baseadas na formulação e teste de hipóteses.

De facto, foram disponibilizadas experiências de aprendizagem ao nível da concepção de um projecto, passando por diversas etapas, desde a análise de um problema, ao planeamento da sua solução, passando por um processo de tentativa e erro e culminando com a apresentação pública dos resultados. Todo o projecto foi desenvolvido com uma vertente de trabalho cooperativo bastante pronunciada.

<b>Blocos</b>	<b>Competências:</b> Aptidão para ...	<b>Actividades</b>
Números e operações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuar cálculos mentalmente;</li> <li>- Estimar valores aproximados;</li> <li>- Estabelecer relações de ordem entre números</li> <li>- Dar sentido a problemas numéricos, reconhecendo as operações necessárias à sua resolução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculos envolvendo tempos, velocidades e distâncias com multiplicações, adições, divisões e subtracções</li> <li>- Estimativas de tempo para novos percursos</li> <li>- Conversões entre grandezas de tempo e de distância</li> </ul>
Geometria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificar e realizar construções geométricas e analisar as suas propriedades, recorrendo a materiais manipuláveis e a software</li> <li>- Utilizar a visualização e o raciocínio espacial na análise de situações e na resolução de problemas</li> <li>- Compreensão dos conceitos de perímetro, área, volume e amplitude</li> <li>- Efectuar medições e estimativas</li> <li>- Formular argumentos recorrendo à visualização e raciocínio espacial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planificação e construção dos robôs com determinados objectivos e tendo em vista comportamentos desejáveis em termos mecânicos, através da combinação de componentes e peças individuais</li> <li>- Planeamento dos percursos dos robôs e sua programação no Robolab usando programação visual</li> <li>- Reconhecer ângulos nos itinerários e programar rotações do robô para um determinado ângulo</li> </ul>
Resolução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboração de hipóteses nas actividades</li> <li>- Teste de conjecturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção e reconstrução dos robôs como resposta a comportamentos do mesmo na abordagem das tarefas desejadas</li> <li>- Programação do robô usando estratégias de tentativa e erro, como resposta a problemas inesperados com o comportamentos do robô</li> </ul>

**Tabela 3 - Competências trabalhadas nas actividades ao nível da área curricular de Matemática**

Ao nível das competências, a maior contribuição poderá ser encontradas nos seguintes aspectos:

- Conhecimento substantivo, ao nível da resolução de situações problemáticas que se foram colocando no projecto ao nível da construção e programação dos robôs;
- Conhecimento processual, ao nível da execução de experiências, avaliação dos resultados obtidos, planificação e realização de investigações.
- Raciocínio, ao nível da resolução de problemas, formulação de hipóteses, dedução e generalização.
- Atitudes, desenvolvendo a curiosidade e a perseverança.

Todas estas dimensões foram já plenamente abordadas e demonstradas em secções anteriores pelo que não se insistirá na sua descrição neste ponto. Serão, ainda assim de referir alguns pontos concretos onde a contribuição do projecto para a educação científica foi mais visível:

- experiências envolvendo os conceitos de velocidade e aceleração;
- experiências envolvendo o conceito de força (nos motores), e de transmissão do movimento (com roldanas e rodas dentadas;
- uso de sensores de toque e luz nos robôs, trabalhando conceitos físicos de força e luminosidade.

#### **4.6.3 Língua Portuguesa e expressões**

A área curricular de Língua Portuguesa terá sido a menos abordada neste estudo. Ainda assim, o projecto envolveu a pesquisa de uma história e a adaptação do seu texto no contexto da sua dramatização com robôs. Foram assim utilizados recursos expressivos diversos com esta intenção.

Ao nível das expressões, este projecto revela uma riqueza maior do que é típico em intervenções ao nível da Robótica Educativa, sendo destacar as seguintes:

- Ao nível da Expressão Dramática, os alunos dramatizaram a história da Carochinha, tendo cada par aluno/robô assumido uma

determinada personagem. Houve, assim, necessidade de explorar o espaço com os robôs, utilizar objectos dando-lhe atributos imaginados em situações de interacção. Cada robô foi caracterizado com um fantoche que ajudou assim a dar vida à personagem.

- Ao nível da Expressão Plástica, os alunos construíram os cenários, desenhando-os, recortando, dobrando e pintando. Houve necessidade de proceder à construção das casas dos animais, de uma igreja, uma gelataria e várias árvores com caixas de cartão. Foram ainda construídos os fantoches usando gesso, papel de jornal, tecido e tintas.
- Ao nível da Educação Musical, usando potencialidades dos kits Lego Mindstorms, foi possível à aluna que representava a “Carochinha” compor a marcha nupcial. Foram ainda introduzidas outras músicas predefinidas no Robolab na programação do robô Carochinha.

#### **4.6.4 Educação tecnológica**

Depois de tudo o que foi apresentado nos capítulos e secções que precedem este texto, será talvez quase desnecessário descrever a contribuição deste projecto ao nível da Educação Tecnológica. Ainda assim, para que fique completo o retrato deste capítulo proceder-se-á com esta tarefa ainda que de forma sucinta. Assim, as contribuições nesta área podem resumir-se no seguinte:

- Construção dos robôs usando os kits Lego Mindstorms, provendo assim os alunos de competências ao nível do processo de planeamento e construção de um robô com determinados objectivos práticos;
- Programação dos robôs usando o ambiente de programação visual Robolab. Este permitiu aos alunos, através de um processo de crescente complexidade, serem postos perante a estrutura básica de um programa e a forma como estes são estruturados. Permitiu ainda conhecer o processo de programação e depuração típica do desenvolvimento de uma aplicação computacional.

- Finalmente, todo o projecto fez uso de ferramentas informáticas diversas ao nível de software e hardware que contribuíram para uma maior fluência dos alunos, ao nível geral do uso das TICs.



## **5. Apresentação dos resultados**

Neste capítulo são apresentados os resultados do estudo realizado neste trabalho. Nesse sentido começaremos por descrever os comportamentos dos alunos nas diferentes etapas do estudo e a sua evolução. Segue-se a análise às respostas dos alunos aos questionários e entrevistas realizadas e um estudo individual de cada um dos sujeitos do estudo.

### **5.1 Evolução do comportamento / reacções dos alunos**

Dado tratar-se de um estudo descritivo (cf. Secção 4.1) foi constante a preocupação em descrever detalhadamente as atitudes e os comportamentos dos alunos envolvidos, bem como a sua evolução ao longo da intervenção. Bogdan e Biklen (1994) sugerem que “após a conclusão do estudo efectua-se a narração dos factos tal como se observaram”. A descrição pormenorizada permite à investigadora encontrar dados preciosos capazes de responder às questões em estudo e daí terem-se incluído expressões/comentários dos alunos.

Nesta secção será descrita a evolução das atitudes, dos comportamentos e das competências dos alunos ao longo do projecto recorrendo-se frequentemente às suas próprias declarações sobre determinados assuntos. Esta evolução será organizada pelas distintas fases do projecto, tal como foram identificadas na Secção 4.2.

#### **5.1.1 Fase de preparação: ambientação à Robótica**

##### **a) Primeiras impressões: sessão de apresentação**

Na primeira sessão, havia uma grande curiosidade pelo tema. Todos os alunos queriam tocar nos robôs disponibilizados pela investigadora e pelo Prof. Manuel Filipe Costa para poderem experimentar. Perguntavam o nome das

peças que os constituíam, o que era a caixa amarela (RCX), o que eram aquelas peças que tinham um fio ligado (motores), como funcionavam os sensores.

Interessante foi também saber as funções que os alunos atribuíam a robôs, normalmente tarefas mecânicas ou industriais. Alguns associavam robôs a limpezas e outros ainda falavam da investigação espacial na exploração de outros planetas. Um dos robôs foi associado a vários tipos de animais como cães, macacos ou touros.

### **b) Construção dos robôs**

No início desta primeira sessão de construção, estavam todos empenhados, até os que são mais difíceis de cativar estavam entusiasmadíssimos com a construção dos robôs. Quando atingiam a construção de um “carro”, o seu entusiasmo redobrava, tentando ver qual o robô que se movia mais depressa. Eles observavam o que acontecia, os robôs a moverem-se e ficaram admirados e felizes pela nova conquista.

Havia aqueles que pensavam que o robô era mais um brinquedo, um carro que andava sozinho. Contudo, houve um aluno que sabia que não estava lá a brincar com carros e que até perguntou a outro quando ele executou o programa: “O que é que programaste?”. Ele já sabia que por trás daqueles procedimentos que o robô executou estava um processo de programação. O outro respondeu-lhe que “já estava programado”.

Outros alunos, no processo de construção, colocaram uma lâmpada nas saídas e quando executavam o programa a luz acendia-se. Expressões de satisfação reinavam naquela altura “Oh, vês como o meu dá luz”. As caras deles expressavam felicidade e contentamento ao ver que a luz acendia. No entanto outros colocaram lâmpadas e estas não se acenderam o que constituiu um verdadeiro mistério

Neste primeiro dia de construção, havia falta de motores, havendo vários robôs que ficaram só com um motor. Assim, só uma das rodas era impulsionada a outra andava por arrastamento. A preocupação dos alunos era a de que só com um motor o robô era mais lento do que os outros que tinham os dois motores. Quando havia a disputa de robôs entre eles para verificarem

qual deles chegava primeiro, o aluno responsável pelo robô só com uma roda justificava-se que o robô dele andava mais devagar porque só tinha um motor, mas quando tivesse duas andava mais rápido. Muitos dos alunos queixavam-se que o robô ia torto, não seguia direito. Parecia um problema das rodas ou do piso.

### **c) Programação**

Os alunos não mostraram grandes dificuldades na execução das tarefas do primeiro guião de actividades e os desafios que se seguiam levavam a que estivessem ansiosos por prosseguir, o que por vezes levava a algumas precipitações.

Na sessão seguinte, no exercício do “metro”, as dificuldades aumentaram. Um diálogo ocorrido na sessão ilustra alguns dos acontecimentos:

Aluno - Professora, o que faço?

Investigadora - Já puseste o robô a andar?

A. - Já.

I. - Ele anda para a frente?

A. - Sim.

I. - Quanto tempo?

A. - Pus andar para a frente 5 segundos.

I. - O que aconteceu, percorreu o metro?

A. - Não, ainda faltava um bocado

I. - Então o que tens que fazer para chegar lá?

A. - Tenho de dar mais tempo para ele andar.

Outros, porém, pegaram no metro e colocaram o robô ao lado, ligaram-no num programa pré-definido e com a ajuda do relógio verificaram quanto tempo demorava o robô a percorrer o espaço de um metro.

Quando o “Cão” experimentou o robô dele, o “Boi” perguntou “Tu meteste 10 segundos?”. O “Cão” depois de experimentar e ver o que aconteceu responde afirmativamente e verifica que não foi o suficiente. Volta ao computador para actualizar a sua programação.

Os alunos A<sup>5</sup> e B deram tempo que parecia ser suficiente para o robô percorrer o metro. No entanto, o robô continuou a andar sem parar ao fim do tempo estipulado. O aluno C aproveitou para fazer troça e rir comentando “continua a andar”. Ao verificar o que se tinha passado, a investigadora indagou:

- Porque aconteceu isto? O robô deveria ter parado ao fim de 10 segundos e andou sempre.

O “João Ratão” interveio dizendo:

- “Eles esqueceram-se de parar os motores. Depois do tempo, tem que se parar os motores para o robô saber que não pode andar mais.”

Os alunos A e B foram ao computador e colocaram o ícone para parar motores, fizeram download do programa e experimentaram para ver se funcionava. E ao fim de 8 segundos o robô parou já tendo percorrido exactamente um metro.

Ouve-se um grito em uníssono:

- “Conseguimos, conseguimos”

Contudo alguns não conseguiram logo à primeira, experimentaram várias vezes, iam acrescentando segundo a segundo até fazer cumprir o metro.

A tarefa seguinte trouxe novas dificuldades quando a investigadora pediu que todos programassem o robô para dar a volta a uma mesa rectangular que estava no centro da sala. Um dos alunos pegou no metro e foi medir cada lado da mesa, tendo chegado à conclusão que a mesa media 2,10 metros de comprimento e 1,05 metros de largura.

A medida era a mesma para todos e por isso cada um foi programar o robô para andar à volta da mesa. Como cada robô demorava um dado tempo a percorrer o mesmo espaço, a programação era ligeiramente diferente para cada um deles.

O primeiro a experimentar foi o aluno D. O robô executou o primeiro metro (referente à largura) muito bem, chegou ao vértice e virou seguindo novamente em frente muito direito, mas o aluno C achando que o robô ia desviar-se queria ajudar o robô, pegando nele e colocando-o no sitio que ele achava certo.

---

<sup>5</sup> Os alunos referenciados como A B C e D correspondem a alunos que não terminaram o projecto, não lhes tendo sido atribuída nenhuma personagem na dramatização.

A investigadora teve que intervir, dizendo que o robô se programava e depois ele tinha que executar a programação que fizemos e que não podíamos mexer no robô, ele tinha autonomia para realizar a tarefa.

O aluno D voltou a repeti-la para ver se conseguia completar a volta a toda a mesa e no segundo vértice houve um erro, o robô rodou tempo demais e meteu-se debaixo da mesa, descontrolando-se e perdendo o rumo.

Depois foi a vez do “Gato” experimentar o robô num dos lados da largura e correu muito bem. Depois virou lentamente e seguiu direito pelo comprimento da mesa, até percorreu os dois metros, rodou novamente mas não o suficiente, o robô fugiu para a esquerda indo parar de novo debaixo da mesa.

O aluno C conseguiu percorrer a mesa toda. O robô percorreu a mesa mas bastante afastado desta, enquanto os outros percorriam o percurso muito próximo da mesa. O robô, apesar de parecer perdido, percorreu a mesa, mas quando atingiu o ponto de partida não parou.

A investigadora aproveitou a oportunidade para perguntar o que se tinha passado. Foi dito pelos colegas que ele se tinha esquecido de parar os motores e por isso ele continuou sempre a andar.

“João Ratão” adoptou uma estratégia diferente: começou pela linha do comprimento e percorreu-a muito bem, mas virou de mais no vértice e bateu de frente contra a perna da mesa. Recomeçou e desta vez fez o percurso correctamente, contudo no segundo vértice aconteceu a mesma coisa que anteriormente. Estava a rodar de mais e acabou por se meter debaixo da mesa. Recomeçou tudo e desta vez, quando tudo estava a parecer correr bem é atingido por outro robô que estava a fazer o mesmo percurso mas muito mais lentamente. O “João Ratão” vê-se obrigado a repetir tudo outra vez.

Apesar de ver que as coisas não corriam como ele esperava, o aluno não barafustava, não dizia palavrões, nem ficava chateado. Ia ao computador e fazia as devidas alterações. Via-se o “João Ratão” a comentar baixinho:

- “Preciso de pôr mais um segundo para andar para a frente”
- “Tenho de tirar um segundo para rodar”

Em contrapartida, os outros berravam, gritavam de descontentamento, entusiasmo e desespero, ficando frustrados com alguma frequência.

Quando o “Gato” estava na sua demonstração, um dos outros estava no percurso à espera que ele lhe batesse. O “Gato”, desesperado, começa a gritar:

- “Tira o teu “patinhas” daí”!

Depois de muitas tentativas todos acabaram por conseguir realizar a tarefa, uns mais rapidamente e com mais precisão, outros de progressão mais lenta e por vezes de menos precisão.

Quando o robô do “Cão” estava a percorrer o percurso houve uma altura em que quase batia na perna da mesa, mas escapou e fez o percurso correcto. Como o robô estava quase a bater mas não bateu, tendo conseguido escapar ouviu-se um comentário muito interessante do “Cão”

- “Que sorte!”

Estava de fora a rezar para não correr mal.

### 5.1.2 Fase de desenvolvimento do projecto “RobôCarochinha”

#### a) Cenário inicial



**Figura 28 - Testes no Cenário inicial**

Nesta sessão, os alunos experimentaram neste cenário os percursos de cada robô. Aparentemente este cenário parecia fácil de executar pois tratava-se de fazer os robôs percorrerem um trajecto de 3 linhas rectas.

Depois de terem verificado quanto tempo cada robô demorava a percorrer o metro era mais fácil programar agora o robô para ele seguir uma linha recta e virar 90º e voltar a seguir uma linha recta. Contudo, como se verá, as coisas simples tornaram-se complicadas quando levadas à prática.

Os alunos experimentaram e puseram o robô a andar um determinado tempo para percorrer uma linha recta e depois virar para a direita. Um dos robôs fez o percurso quase sem mácula. O “Cão” percorria a recta muito bem, rodava os 90º, ficava direito para poder avançar e no entanto começava a deslocar-se para a esquerda lentamente saindo fora da recta que constituía a estrada no cenário e o seu objectivo de percurso. Depois de repetir várias vezes e tentar alterar o tempo de rodagem e continuava a desviar-se.

O “Gato” experimentava o seu percurso e a primeira recta é bem executada. Por seu lado, o “João Ratão” conseguiu levar o seu robô até à casa da “Carochinha” sem grandes problemas.

Entretanto, o “Cão” continua frustrado, o robô dele teima em desviar-se do percurso, embora já se portasse melhor. O “Boi” comentava – “Tu estás com tanta fome” – referindo-se ao “Cão” que saía para fora em direcção à gelataria que se encontrava no cenário. O “Cão” respondia que o robô se portava mal porque estava a ser filmado. - “Se a professora não filmar ele vai fazer bem!”.

Depois de muitas tentativas o “Cão” consegue finalmente executar o percurso até chegar à “Carochinha”. Contudo, quando chega à “Carochinha” deve recuar e esperar que ela diga qualquer coisa “sim” ou “não”, no entanto, recua sem parar. Dando pelo erro comenta:

- “Ele não vai parar porque eu esqueci-me de mandar parar os motores”

Mas ficou contente porque o robô já fazia o percurso desejado.

O “João Ratão” era quem fazia o maior percurso e por isso o mais difícil. Ainda assim, conseguiu programar o robô para realizar o percurso desde o início até ao final, sem fugir da estrada.

No entanto, ouve-se na sala:

Boi – “Ele (referindo-se ao “João Ratão”) não diz nada à “Carochinha”, não espera que ela diga sim, foge logo”

A investigadora – “O que está a falhar?”

João Ratão – “Tenho de o pôr a esperar ali ao pé da Carochinha”.

O “Cão”, cada vez que entrava em cena para fazer o percurso, punha as duas mãos ao alto juntas como se estivesse a rezar. Umas vezes o robô portava-se mal, outras vezes fazia o percurso na perfeição. Isto devia-se essencialmente a dois factores: o primeiro seria porque o robô não era colocado sempre no mesmo sítio, bastava estar uns cm ao lado, à frente ou atrás para o percurso ser diferente; outro motivo seria o piso, que era muito rugoso e as rodas demoravam mais tempo a rodar o robô.

- “Fixe, consegui” – Cão.

Agora com o percurso correcto, recuando e esperando pela resposta da “Carochinha”.

- “Tens que bater na carochinha” – afirmou peremptoriamente o “Boi”

- “Já está a ir melhor” – “Cão”

- “Tens que bater na carochinha”! – Diz o “Boi”, referindo que ainda não estava perfeito porque o robô “Cão” não batia na carochinha, pois não estava programado para o efeito, ou seja, programou o robô para andar determinado tempo e depois recuar, mas o tempo não era suficiente para bater na Carochinha.

- “Quando bates na Carochinha tens que recuar logo que é para ela dizer não”! – complementa a “Carochinha”.

A “Carochinha” tinha o trabalho mais facilitado, pois tinha apenas que estar no seu canto e cada vez que alguém lhe tocava ela teria que rodar para a esquerda e seguidamente para a direita, dizendo “não” ou para a frente e para trás dizendo “sim”.

Carochinha – “Boi, o teu robô quando bate na Carochinha tem de recuar, não pode rodar logo e andar para o outro lado, tens de bater, recuar e esperar um bo

cadinho para ela lhe dizer não, não e só depois é que roda para a direita e continua a andar”.

Comentário do “Cão” para o “João Ratão”:

- “O robô quando bate na Carochinha chega muito para trás, não pode recuar tanto se não depois vira mal e não vai pelo caminho certo”.

O robô João Ratão quando batia na Carochinha recuava muito e depois quando virava para a direita em vez de ir pela estrada ia por cima da relva.



A “Carochinha” sugeriu-lhe que não recuasse tanto tempo, recuasse menos para o robô ao rodar os 90º ficasse dentro da estrada para seguir em frente direito sem passar por cima da relva.

Apesar deste pequeno incidente, o robô João Ratão, funcionava com bastante precisão, fazia todo o percurso correctamente, virava nos sítios correctos, esperava o tempo necessário para virar, parava no sítio exacto e apenas estava a recuar demais não esperando que o robô Carochinha se manifestasse. O “João Ratão” alterou a programação, reduzindo o tempo de recuo e esperando algum tempo para que o robô Carochinha respondesse e o robô passou a rodar na altura e no sítio correcto.

Como o robô Carochinha ainda não estava no local correcto, pois estava a ser programada, ele não tinha noção do tempo que ela demorava. Então fez tudo seguido sem grandes pausas.

- “Faço tudo seguido e depois vejo quanto tempo tenho de esperar pela Carochinha e depois altero” – comentou o “João Ratão”.

Todos os animais tinham que bater no robô “Carochinha” para ela saber quando tinha que dizer não e sim. O programa do robô Carochinha já tinha mais um passo: já dizia não e sim. Quando o “Boi” lhe batia ela dizia não, ou seja, virava para a direita e para esquerda algumas vezes e com rapidez de maneira a parecer um aceno negativo. Quando lhe batiam o “Cão” e o “Gato” ela executava a mesma coisa. Quando era o “João Ratão” a bater-lhe ela já fazia uma coisa diferente andava para a frente e para trás várias vezes parecendo que aceitava e estava muito feliz.

## **b) Reconstrução dos robôs**

Depois destas experiências, todos chegaram à conclusão de que precisavam de sensores de toque para bater no robô “Carochinha” e recuar, tendo havido necessidade de uma reconstrução dos robôs. Esta teve como objectivo torná-los mais robustos e mais resistentes, uma vez que os anteriores eram frágeis e perdiam peças com muita facilidade. Os sensores, que foram postos depois da construção estar feita, eram os mais sensíveis, pois não ficaram bem seguros e caíam sempre que batiam em alguma coisa.

Assim alguns alunos acharam melhor reconstruírem, reestruturarem outra vez o robô segundo o manual para colocarem o sensor de toque de maneira a que não caísse sempre que tocasse em alguma coisa. Aproveitando a oportunidade, outros acharam que aquele tipo de rodas não eram as melhores, escorregavam muito e então decidiram mudar para o sistema de lagartas.

Contudo, dois deles, apesar de quererem o sistema de lagartas, tiveram que ficar com outro sistema, uma vez que não havia peças suficientes para todos.

Assim o robô “Carochinha” ficou com duas rodas, o que tornava mais fácil executar a sua tarefa, uma vez que era rodar para a direita e para a esquerda e seguir em frente e atrás. O “João Ratão” e o “Cão” optaram pelo sistema de lagartas, andavam mais lentos que os anteriores mas eram mais precisos na execução das tarefas.

O “Gato” e o “Boi” ficaram com as rodas que ligavam directamente aos motores. O “Boi” era muito “estouvado”, rápido, levava tudo pela frente, quando não estava devidamente programado ia contra as árvores e as casas do cenário. O facto de ser rápido era por estar directamente ligado aos motores.

O “Gato” apesar de ter o mesmo sistema era muito lento, parecia mais um caracol. O problema desta lentidão residia no facto do RCX não estar a funcionar muito bem, uma vez que uma das entradas para os motores estava avariada e os próprios motores não estavam com muita potência. Estes dois animais eram motivo de gargalhada, um por ser “louco” e disparatado e o outro por ser lento e “pastelão”

### **c) Cenário final**

Depois de todos realizarem a tarefa do cenário 1 quiseram experimentar no cenário 2 que supostamente parecia mais complicado, estava cheio de curvas e rotundas o que à partida parecia complicar a tarefa.



**Figura 29 - Cenário Final**

Como todos quiseram experimentar aquele cenário optou-se por escolher este para a realização da dramatização. Os alunos acharam este mais engraçado para representarem a história, uma vez que aqui cada um tinha um percurso diferente, o que tornava a tarefa mais complexa.

Todos começaram e executar as tarefas no novo cenário e as dificuldades não eram as mesmas. O “Boi” tinha muitas dificuldades em fazer a rotunda, saindo sempre disparado pela relva indo contra as árvores que por ali enfeitavam o cenário e mesmo contra as casas. Foi necessário dizer-lhe para não se preocupar com a rotunda e que passasse por cima dela, uma vez que não tinha relevo. O “Boi” já estava a ficar desmotivado por não conseguir controlar-se, pois como era muito rápido tinha dificuldades acrescidas no controlo do movimento do robô.

Por seu lado, o “Cão fazia as suas contas e chegou à conclusão que, desde que sai de casa até chegar à rotunda, precisava de 9 segundos. Então programou o robô para andar 9 segundos em frente.

O “João Ratão”, por sua vez, no final do 3º teste com este cenário, já conseguia fazer todo o percurso até à carochinha. Depois de chegar à “Carochinha”, o robô seguia em direcção à igreja, mas quando bate nesta não parou e levou-a em frente.

- O que está acontecer, João Ratão?”
- Esqueci-me de parar - respondeu.

- O que tens que fazer aí? – questionou a investigadora.
- Quando bater na igreja tenho que parar e recuar para o caldeirão.

Nesta parte faltava afinar o tempo de espera que o robô tinha que cumprir para aguardar pela “Carochinha”, uma vez que esta personagem estava ainda a ser programada para tocar uma música e não se conhecia ainda a duração. Depois de estar programada com a “Marcha Nupcial” verificou-se quanto tempo é que o “João Ratão” precisava de esperar para seguir para a igreja com a carochinha.

- Tenho que ver quanto tempo demora a Carochinha a tocar a música para pôr o tempo certo de espera – João Ratão

Era notável a autonomia e competência do programador nestas coisas. Ele conseguia perceber porque errava e não desanimava. Tentava percebê-lo e voltava ao computador para fazer as devidas alterações.

Entretanto, o “Boi” insistia em avançar sobre a relva e teimava em não fazer a rotunda.

- “Ele anda sempre para a frente, não roda” - dizia o “Boi” triste e desanimado sem perceber porque é que o robô fazia aquilo.

O Cão depois de várias tentativas e ajudas conseguiu chegar até à Carochinha tocar-lhe e recuar.

A Carochinha já estava em acção, já tinha música e dançava enquanto varria. Foi programada para rodar enquanto se ouvia uma música, de repente ouve-se um som diferente, é o som que representa o aparecimento de uma moeda. A carochinha mantinha-se quieta à espera que chegassem os pretendentes. Quando o primeiro pretendente lhe tocava ela rodava para a direita e para a esquerda bastante rápido dizendo que não queria casar.

No segundo e terceiro toque repetia o movimento e só no quarto toque que era o referente ao “João Ratão” é que ela mudava a sua atitude, em vez de rodar para a esquerda e para a direita, recuava e avançava repetidas vezes fazendo um movimento afirmativo. Depois disso ficava parada em frente ao João Ratão, enquanto se ouvia a marcha nupcial. Acabada a música seguiam em direcção à igreja.

Quando já se estava na parte final a testar a dramatização da história, houve alguns problemas da execução da tarefa coisa que não tinha acontecido anteriormente. Até à altura tinha-se trabalhado com os robôs sem os adereços.

Agora para se testar plenamente, e para que fosse mais visível ver quem era quem e para todo o cenário ficar mais apelativo, puseram-se os robôs com as respectivas vestimentas em cima dos RCX colados com fita-cola. Como os vestidos estavam demasiado compridos, muitas vezes encravavam as rodas, que acabavam por sair ou prender e não andavam. Assim houve que fazer acertos, cortando o tecido para não haver contacto com as rodas para que o robô pudesse andar normalmente sem ser atrapalhado.

Fizeram-se vários testes para que o trabalho saísse o mais perfeito possível, de forma que os animais não saíssem do percurso estipulado. Para isso os alunos tinham que saber exactamente onde pôr os robôs. Quando os colocavam ligeiramente afastados do ponto onde tinham que efectivamente estar, o percurso era alterado e o trajecto já não correspondia à programação.

O “Gato” era o animal que dava azo a frases do género:

- “Eh pá, que lentidão, parece um caracol”.

Também, como tinha o sensor de choque um pouco mais baixo relativamente à carochinha, quando aquele lhe tocava não conseguia activar o sensor de toque dela e ela não se manifestava. Solução apontada, alguém batia na carochinha para ela responder.

## ***5.2 Análise dos inquéritos e entrevistas dos alunos***

Os dados que se apresentam de seguida foram obtidos através dos inquéritos e entrevistas e permitem caracterizar os sujeitos do estudo.

### **Carochinha**

Esta aluna já tinha algum contacto prévio com a Robótica, através da presença num dos eventos sobre o tema que se realizou em Guimarães. Assim, ela tinha alguma ideia de como se construíam e programavam os robôs Lego e até do grau de dificuldade envolvido.

Esta aluna não mostrou dificuldades na aprendizagem da programação do robô. Achou que era um desafio e uma aventura onde pode aprender novas coisas. Ela própria acha que aprendeu os conceitos de programação.

Para esta menina um robô é um RCX que é independente em que temos que lhe mandar fazer coisas, sendo programado no computador. É uma máquina que nós programamos no computador e que pode fazer várias coisas, dependendo do robô... há robôs que fazem coisas simples como empurrar, virar e há outros mais inteligentes, para profissionais que também se programam e que fazem tarefas mais complicadas. Esta aluna adquiriu claramente as noções básicas da Robótica e de como o processo de programação se processa.

Segundo ela, os robôs podem fazer tarefas simples como arrastar objectos, se adaptarmos sensores podem seguir linhas, se pusermos sensores de choque, quando eles batem em alguma coisa, fazem o que nós programamos para eles fazerem: parar, virar, recuar... podemos até tocar músicas. Ela refere que programou o robô para tocar músicas, e compôs a marcha nupcial. Para isso fez uma pesquisa em livros de música usou a função “piano player”, onde colocou as notas com os respectivos tempos. Refere que os sensores de toque, na história, serviam para a carochinha saber quem lhe batia e daí responder afirmativamente ou negativamente conforme o animal em questão.

A aluna em questão acha que trabalhar histórias desta maneira é uma actividade gira e que a dança também é uma forma de explorar os robôs mais facilmente dado que não tem que seguir percursos. O robô anda para a frente e para trás livremente

Para ela, programar o robô foi uma aventura, ela vê o robô como um instrumento de aprendizagem muito útil onde se pode trabalhar a Matemática. Nas entrevistas chega a afirmar que durante o trabalho se defrontou com várias questões matemáticas, referindo que o facto de ter estado a medir com uma régua, de contar os tempos, e percorrer percursos, faziam parte desta ciência.

Ela refere que para programar os robôs teve que associar os segundos com o espaço que o robô tinha de percorrer. Faziam exercícios, para saberem quantos segundos demorava o robô a percorrer um metro. Punham o metro de madeira no chão e verificavam quanto tempo demorava o robô a percorrer essa distância.

“Fizemos um exercício, para sabermos quantos segundos demorava o robô a percorrer um metro. Pusemos o metro de madeira no chão e verificámos quanto demora o robô a percorrer essa distância.”

Para a aluna esta actividade de robótica foi uma aventura, o que mais gostou de fazer foi compor a marcha nupcial e de dizer sim ao João Ratão. Diz que não teve problemas de difícil resolução e refere que para resolver as tarefas era preciso muita paciência.

O que mais lhe terá agradado foi ir apresentar o trabalho à Universidade do Minho e ao IPJ, onde foram convidados para apresentar o projecto. As suas ambições são voltar a trabalhar com robôs, ir a competições, nomeadamente a competições de dança. Depois de terem ido as competições de robótica onde pôde ver vários exemplos de trabalhos de outros alunos mais velhos, nomeadamente de dança, ficou ansiosa por voltar a trabalhar com robôs e desta vez não quer dramatizar histórias, antes deseja por robôs a dançar imitando os DZRT.

## **Boi**

Este aluno era, no início do estudo, pouco familiarizado com o tema da Robótica. Tinha algumas concepções erradas sobre o tema e revelava desconhecimento do grau de dificuldade na construção e programação de robôs.

Para este aluno, um robô é uma máquina que pode fazer muitas coisas como por exemplo jogar futebol, cozinhar, lavar a roupa, fazer concursos de dança e ajudar a mãe na cozinha.

Depois de interpelado chegou à conclusão que ao trabalhar com o robô teve que por em pratica a sua capacidade matemática ao ter que efectuar cálculos e fazer medições. Refere que para programar o robô temos que passar a programação que efectuamos no computador no programa Robolab para a memória do robô. Refere que a linguagem de programação que utilizou era fácil, era uma linguagem icónica, não tinha que escrever.

Para ele, a tarefa mais interessante foi a do cenário 2 porque era mais fácil do que o primeiro em que o robô dele fugia. A que menos gostou foi a do

cenário 1 porque tinha rectas e o robô não as respeitava, fugia sempre. Justifica-se que as rodas não funcionavam muito bem.

O problema mais difícil que lhe surgiu foi percorrer a mesa rectangular porque tinha que andar em frente e virar, e para isso funcionar bem tinha que calcular os tempos exactos, o que nem sempre acontecia com precisão.

Na apresentação do IPJ ficou um bocado nervoso, com receio de que algo não corresse bem, como por exemplo, os robôs não andarem, pararem, baterem contra as casas ou árvores do cenário. Mas depois de a tarefa estar concluída a sensação foi boa. No futuro, gostava de ir a competições e mostrar robôs a jogar futebol ou basquetebol e a dançar.

As suas ambições eram voltar a trabalhar com robôs, ir a competições, nomeadamente a competições de futebol. É de referir que antes de ter tomado parte neste projecto, não tinha conhecimento sobre robôs. No final, no entanto, já falava em querer ir a competições. Este desejo de participar em competições nasceu no momento em que viu algumas no IPJ. Ficou interessado que sempre que nos encontra fala disso. Além disso refere que era interessante que os seus colegas de turma pudessem ter acesso a esta ferramenta, para puderem experimentar e fazer outro tipo de trabalhos. E seguindo esta vontade, ele gostava de por um robô a percorrer a sua escola.

## **Gato**

Este aluno possuía algumas ideias prévias sobre a Robótica, tendo alguns conhecimentos sobre as tarefas dos robôs e a sua forma de serem construídos. Tinha bastantes lacunas nas ideias que possuía sobre os processos de programação, pelo que sentiu durante o trabalho algumas dificuldades em lidar com este problema e alguma frustração com os seus fracassos pois talvez julgasse que o processo era mais simples.

Para este aluno o robô é uma “coisa” que pode fazer o que nós quisermos se soubermos programá-la. Para ele um robô pode jogar futebol, abrir portas, andar, transportar coisas, subir paredes e até mesmo ir a outro planeta. (Marte) tirar fotografias e examiná-lo.

Para ele a tarefa que gostou mais foi de programar, sobretudo os percursos, nomeadamente o percurso do cenário 2 que refere que foi difícil



mas que valeu a pena pois conseguiu. Por sua vez a tarefa mais fácil foi construir os robô e a mais difícil foi programá-los. Ainda, assim, dentro da programação o problema mais difícil que teve que resolver foi calcular o tempo que tinha que colocar para o robô virar.

Se lhe dessem outra oportunidade de trabalhar com robôs, ele gostava de fazer muitas coisas, nomeadamente fazer subir montanhas e por o robô a percorrer a escola onde refere que era preciso muito trabalho e dedicação.

Relativamente ao trabalho gostou de trabalhar em grupo, mas considera que sozinho trabalhou melhor, pelo facto de ser o único a decidir.

### **Cão**

O “Cão” referiu que um robô é uma máquina que pode fazer diversas coisas pelos humanos, como por exemplo fazer as limpezas de casa, e além disso pode ter outro tipo de tarefas como jogar futebol, dançar e ajudar na construção de casas. Para construir o seu robô utilizou peças Lego que encaixavam umas nas outras para tornar o robô mais robusto.

Refere que o seu robô era um personagem da História da Carochinha e tinha como missão chegar até ao robô Carochinha, tocar-lhe com o sensor de toque, recuar e sair do cenário. A estratégia utilizada para resolver a situação problemática do metro foi programar o tempo e verificar se percorria o metro; se ele ficasse a meio ou avançasse de mais tinha que aumentar ou diminuir o tempo.

Refere que o que mais gostou de fazer com os robôs foi construí-los, foi todo o processo de montagem. Para além da construção gostou de ir apresentar o trabalho ao IPJ, onde pode ver outro tipo de trabalho e mostrar o seu à comunidade robótica. Para ele foi uma sensação espectacular. Durante as sessões a tarefa que mais interesse lhe suscitou foi a de dar a volta à mesa, porque considera que foi a tarefa, mais difícil, era um desafio e ele conseguiu superá-lo.

Durante a execução do seu trabalho o problema mais difícil que teve que resolver foi o de dar a volta à mesa porque quando o robô andava um bocado de mais e ele ia tirar tempo, o robô passava a andar muito menos, havia uma dificuldade de coordenação de tempo com espaço.

Se tivesse outra oportunidade de trabalhar com robôs na escola gostava de programá-los para jogar futebol ou para dançar, para que pudesse ir mostrar o seu trabalho a outras pessoas nomeadamente ir a competições.

### **João Ratão**

Para este aluno um robô é uma máquina que pode fazer todo o tipo de tarefas, como correr, dançar, empurrar peças, levantar coisas. O aluno vê o robô como um instrumento de aprendizagem muito útil. Nas entrevistas chega a afirmar que durante o trabalho se defrontou com várias questões matemáticas, referindo que o facto de ter estado a medir com uma régua, de contar os tempos, e percorrer percursos, faziam parte desta ciência.

Este aluno não mostrou dificuldades na aprendizagem da programação do robô. Achou que era um desafio e uma nova aprendizagem, à qual atribuía um grande significado. Apreendeu os conceitos de programação e executava as tarefas com precisão e empenho.

Também este aluno viu uma relação entre a Matemática e a Robótica quando refere que “na matemática temos que medir o tempo, saber quantos metros anda o robô durante certo tempo” e pelo facto do robô percorrer caminhos e fazer itinerários.

Para este aluno o que lhe deu mais prazer fazer foi construir os robôs, dado que tinha uma maior liberdade. Enquanto que nos cenários tinha que percorrer um caminho pré concebido.

O problema mais difícil com que se deparou foi com a programação do último cenário porque era difícil e cheio de curvas. Realizou essa tarefa com muito sucesso graças ao seu esforço. Ainda assim, este cenário foi o mais interessante dado que não era tão simples como o primeiro nem tão aborrecido e monótono, onde tinha que andar em frente, virar, andar em frente e virar novamente.

As suas ambições eram voltar a trabalhar com robôs, ir a competições, nomeadamente a competições de futebol. É de referir que antes de ter tomado parte neste projecto, não tinha conhecimento sobre robôs. No final, no entanto, já falava em querer ir a competições.

Para este aluno era importante que todos os meninos trabalhassem com robôs para que no futuro saíssem bons engenheiros. Mesmo tendo tido sucesso nas actividades de robótica e ser um bom aluno na matemática, o “João Ratão” quer ser futebolista.

Quando foi à UM e ao IPJ sentiu-se muito importante. “Quando saí no jornal os meus pais ficaram vaidosos e gostaram que tivesse participado, querem que volte a fazer coisas destas. Foram mostrar o jornal na terra da minha avó”.

### **5.3 *Análise individual dos sujeitos***

Os dados que passamos a apresentar resultam da observação directa dos alunos na realização das actividades, bem como da forma como executaram a programação dos robôs.

Durante o estudo foi possível observar os elementos que nele participaram e, assim, atingir algumas conclusões em relação à prestação de cada um deles. Foram analisadas nesta vertente as seguintes dimensões.

- Empenho, motivação e entusiasmo;
- Capacidade de improvisação;
- Autonomia / dependência do auxílio da professora;
- Capacidade de trabalhar em grupo;
- Imaginação e criatividade;
- Capacidade de resolução de problemas;
- Capacidade de fazer a ligação para as áreas disciplinares
- Auto-reflexão sobre o trabalho realizado;
- Reacções dos sujeitos durante o estudo – aos modelos, às ferramentas, às tarefas, às dificuldades, aos sucessos, à reacção de terceiros;
- Dificuldades e facilidades encontradas na utilização de cada suporte.

Em seguida, listam-se algumas das conclusões mais interessantes que foi possível retirar da análise de dados para cada um dos cinco sujeitos que terminaram o estudo.

## **João Ratão**

O “João Ratão” era um aluno bastante participativo, executava as tarefas sem desistir. Quando lhe surgia um problema não desanimava, antes pelo contrário, tentava solucioná-lo. Desde o início até ao final do projecto sempre se mostrou empenhado na realização das tarefas e com bastante gosto pela utilização do robô.

O aluno frequentava o clube de informática dinamizado pela associação de pais desde o seu primeiro ano de escolaridade, portanto, sentia-se muito à vontade com o computador. O computador não lhe provocava nenhum tipo de receios.

O aluno era dos primeiros a conseguir desempenhar as tarefas propostas. Mesmo quando as coisas não corriam da melhor maneira, ele nunca barafustava nem desanimava, voltava ao computador fazia as devidas alterações e ia para o terreno confirmar.

Esteve sempre muito motivado no desenrolar das actividades, mostrando uma atitude de perspicácia, empenho, concentração e persistência na resolução dos problemas. Revelou método e organização de trabalho. Auto-orientava-se no trabalho de maneira que raramente solicitava ajuda da investigadora. Era dinâmico e sempre com boa disposição, revelando confiança nas suas capacidades. Demonstrou destreza na construção e programação dos robôs, mostrando-se autónomo no seu trabalho. Teve um bom aproveitamento neste trabalho graças ao seu esforço e à sua responsabilidade.

Este aluno só frequentava o programa de férias durante as tardes. Ainda assim, quando era necessário ia de manhã, apenas para o clube de robótica.

## **Carochinha**

A “Carochinha” era uma aluna pouco faladora, talvez por ser a única menina no grupo tendia a por vezes ser pouco efusiva e entusiasta. Ainda assim, nos momentos mais complicados, revelou-se atenta e activa no seu trabalho, revelando sempre novas ideias relativamente ao papel do robô “Carochinha” e também em relação ao projecto em geral, sobre como deveria

ser a apresentação. Por essa razão, acabou por ser naturalmente escolhida como narradora.

O seu trabalho era por vezes dependente dos outros, o que a desanimava um pouco. Apesar disso, revelou método e organização de trabalho. Auto-orientava-se no trabalho e quando interrompia era para mostrar alguma coisa nova que tinha conseguido. Quando lhe surgia um problema tentava sempre solucioná-lo pelos seus próprios meios e só mesmo quando não conseguia encontrar resposta é que procurava ajuda.

Desde o início até ao final do projecto sempre se mostrou empenhada em executar as tarefas e ansiosa por mostrar aos outros meninos o trabalho que conseguiram realizar. Ela conseguia na maior parte das vezes executar as tarefas com precisão, contudo, nunca se manifestava, era reservada, não ficava demasiado excitada como os outros. Esteve sempre muito motivada no desenrolar das actividades, mostrando uma atitude criativa, de concentração e de persistência na resolução dos problemas. Demonstrou destreza na construção e programação dos robôs, mostrando-se autónoma no seu trabalho.

Esta aluna também tinha frequentado o clube de informática desde o seu 1º ano de escolaridade e por isso não tinha problemas em usar o computador. Fazia-o com bastante destreza. É de referir que antes de ter tomado parte neste projecto, já tinha visto um encontro de Robótica em Guimarães e ficou muito entusiasmada com a ideia assim que soube que na escola podia trabalhar com eles de perto.

## **Boi**

O “Boi” era um aluno bastante participativo mas de vez em quando desanimava com facilidade. Este desânimo devia-se a dificuldades na resolução de problemas. Era um aluno que necessitava de ajuda constantemente. Sempre que tentava resolver um problema e não conseguia à primeira ficava desiludido e desmotivado. A investigadora tinha sempre a árdua tarefa de o estar constantemente a cativar cada vez que a sua motivação se desmoronava.

Sempre que lhe surgia um problema tentava pedir ajuda à investigadora, esta dava-lhe algumas indicações para ele tentar solucioná-lo, se ele

ultrapassava as dificuldades ficava entusiasmado e prosseguia na actividade, caso contrário, se não conseguisse solucionar o problema ficava triste e sem motivação.

No entanto, gostava muito das actividades e quando conseguia concretizar os seus objectivos ficava muito satisfeito e contente, manifestando-se com saltos e gritos. Nos momentos em que estava confiante mostrava-se empenhado na realização das tarefas e com bastante gosto pela utilização do robô.

Este aluno mostrou algumas dificuldades na aprendizagem da programação do robô. Achou que era um pouco difícil programar o robô para ele executar o processo que se lhe pedia. Era o aluno que fazia mais questões e na maior parte bastante pertinentes. Relativamente, ao facto de trabalhar em grupo, enquanto esteve com um colega desmotivava com maior frequência, dado que tinham pontos de vista diferentes relativamente à programação. Assim que ele começou a trabalhar individualmente, obteve melhores resultados e sobre tudo ficou mais motivado e empenhado para realizar o seu trabalho.

Para resolução de problemas, tentava uma ou duas soluções. Se não conseguisse solicitava ajuda da professora. Caso esta não pudesse logo auxiliá-lo na resolução, ficava chateado e não fazia nada. Precisava sempre de uma palavra de alento para prosseguir. Sempre que a investigadora lhe dizia que ele era capaz e que conseguia sozinho é que ele voltava a tentar, mas ficava sempre triste quando o robô não executava as tarefas como ele queria.

Por outro lado, ao nível da construção dos robôs, demonstrou bastante destreza tendo-se mostrado bastante autónomo no seu trabalho. Contudo, nos momentos em que estava confiante mostrava-se empenhado na realização das tarefas e com bastante gosto pela utilização do robô.

O aluno frequentava o clube de informática dinamizado pela associação de pais desde o seu primeiro ano de escolaridade, portanto, sentia-se muito à vontade com o computador. O computador não lhe provocava nenhum tipo de receios.

## **Cão**

O “Cão” era um aluno bastante participativo, muito motivado para as actividades. Quando não conseguia tentava sempre até conseguir, só em ultima instancia é que pedia ajuda. Quando não conseguia executar as tarefas com precisão culpava a câmara de vídeo, pois o robô tinha vergonha.

Estava sempre pronto para ir para o clube de Robótica. Mesmo perante situações mais problemáticas nunca desmotivou nem perdeu o ânimo. Gostava muito das actividades e sempre que conseguia concretizar os seus objectivos ficava muito satisfeito e contente, manifestando-se com saltos e gritos.

O aluno frequentava o clube de informática dinamizado pela associação de pais desde o seu primeiro ano de escolaridade, portanto, sentia-se muito à vontade com o computador. O computador não lhe provocava nenhum tipo de receios.

Este aluno não mostrou dificuldades na aprendizagem da programação do robô. Achou que era fácil programar o robô para ele executar as tarefas. Considera que foi uma aprendizagem muito positiva. Demonstrou destreza na construção e programação dos robôs, mostrando-se autónomo no seu trabalho.

### **Gato**

O “Gato” era um aluno bastante relaxado, não se preocupava muito com o trabalho, fazia-o devagar e a seu ritmo. Era sempre o ultimo a resolver qualquer situação. Mas como devagar se vai ao longe, ele conseguiu tal como os outros cumprir os objectivos propostos.

Enquanto trabalhou com outro colega, em que tinham que partilhar ideias e fazer sugestões, o trabalho não corria muito bem. Ele esforçava-se por conseguir realizar a tarefa mas era impedido pelo outro que tinha ideias diferentes e não lhe apetecia muito trabalhar.

Quando não conseguia executar o que planeava com perfeição ficava um pouco desanimado, mas com uma palavra de entusiasmo dado pela investigadora, a sua auto-estima voltava a crescer. O aluno necessitava de ajuda frequentemente, perdia-se. Este desânimo devia-se a dificuldades na resolução de problemas. Era um aluno que necessitava de ajuda constantemente. Sempre que tentava resolver um problema e não conseguia à primeira ficava desiludido e desmotivado.

A investigadora tinha sempre a árdua tarefa de o estar constantemente a cativar cada vez que a sua motivação se desmoronava. No entanto, gostava muito das actividades e quando conseguia concretizar os seus objectivos ficava muito satisfeito e contente, manifestando-se com saltos e gritos.

Sempre que lhe surgia um problema tentava pedir ajuda à investigadora, esta dava-lhe algumas indicações para ele tentar solucioná-lo, se ele ultrapassava as dificuldades ficava entusiasmado e prosseguia na actividade, caso contrário, se não conseguisse solucionar o problema ficava triste e sem motivação.

Contudo, nos momentos em que estava confiante mostrava-se empenhado na realização das tarefas e com bastante gosto pela utilização do robô. O aluno frequentava o clube de informática dinamizado pela associação de pais desde o seu primeiro ano de escolaridade, portanto, sentia-se muito à vontade com o computador. O computador não lhe provocava nenhum tipo de receios.

Este aluno mostrou algumas dificuldades na aprendizagem da programação do robô. Achou que era um pouco difícil programar o robô para ele executar o processo que ele pedia. Mas foi uma aprendizagem muito positiva.



## **6. Conclusões**

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho, realizando-se uma síntese do trabalho realizado e focando-se as principais contribuições. Faz-se ainda uma previsão de possíveis áreas para trabalho futuro.

### **6.1 Síntese e análise crítica do trabalho realizado**

Quando, no final de uma tarde de Setembro, nos despedíamos do Festival de Robótica incluído na Conferência “Hands On Science”, onde no início da tarde havíamos apresentado o projecto “RobôCarochinha”, havia um indesmentível sentimento de dever cumprido, uma alegria pela recepção que a comunidade da Robótica nos havia demonstrado, um orgulho pelas medalhas com que fomos agraciados (... e como foram merecidas ...), e talvez, acima de tudo, um grande espírito de equipa.

De facto, este espírito de satisfação era visível nos alunos que eram unânimes em afirmar que gostaram muito de trabalhar e que no futuro querem ir às competições de robótica. Todos estávamos ainda mais animados com o artigo no jornal “Diário do Minho” sobre o nosso projecto. E tudo isto acontecia com um conjunto de crianças que poucos meses antes não tinham qualquer contacto com a Robótica.

É obvio que nenhum destes sentimentos poderá ser válido para um verdadeiro estudo científico em Educação. É também claro para todos que os sentimentos que são aqui descritos não são objectivos nem mensuráveis. Ainda assim, estes sentimentos de motivação, entusiasmo e espírito de colaboração são apanágio de muitos estudos nesta área. E, se já havíamos recolhido estas informações na literatura, não restam dúvidas que vivê-las nos transforma ...

Mas nem tudo neste estudo é assim tão subjectivo. É um facto que foi possível convencer cinco alunos do 1º ciclo do Ensino Básico a abdicar de muitas actividades ao ar livre, durante um mês de Verão, para participarem num projecto que envolvia construir e programar robôs. É também certo que o

resultado final foi reconhecido por toda a comunidade de Robótica como uma experiência educativa de grande interesse. É ainda inegável que foi possível construir todo este projecto com alunos do 1º ciclo, o que prova que este tipo de actividades e materiais são adequados a este nível etário.

Não se pretendeu aqui demonstrar que a Robótica constitui algum tipo de panaceia para os problemas da Educação, a nenhum nível. Mas é inegável que se trata de uma actividade que motiva os alunos e foi já demonstrado que tem fundamentos pedagógicos sérios e que contribui para o adquirir de competências em áreas curriculares chave dos curricula do Ensino Básico.

Depois desta experiência é nossa convicção de que efectivamente se justificam neste caso muitos dos epítetos associados às teorias construtivistas e às práticas construcionistas. Os alunos manifestaram diferentes formas de encarar as actividades de exploração/ investigação. Todos tiveram algumas dificuldades na resolução de algumas tarefas, revelando gradualmente mais destreza e um desempenho cada vez mais satisfatório.

Foi para nós bastante claro que, neste processo emergiam os princípios identificados pelo construcionismo. De facto, a actividade tinha um carácter eminentemente prático, onde os alunos desenvolveram um projecto e foram aprendendo através da construção e da programação dos robôs. As competências dos alunos na construção e programação dos robôs foram assim melhorando de forma clara, através de um processo de aprendizagem baseado na resolução de problemas reais em contextos relevantes, em que o papel do professor era apenas de mediador e proporcionador de experiências de aprendizagem.

Estas actividades tinham um claro significado para eles, conduzindo ao objectivo de dramatizar a história e montar um “espectáculo” que pudessem mostrar à comunidade. Pelas entrevistas realizadas tornou-se claro que este era um objectivo importante para eles e que atingi-lo teve um significado especial para todos. A componente de auto-reflexão tornou-se também bastante visível ao longo do projecto, pois eram frequentes as trocas de opinião entre os alunos sobre as estratégias para resolver problemas e a forma como cada um o estava a fazer. Estas conversas conduziam amiúde a alterações nos robôs e nos programas, quando o aluno percebia que tinha alguma incorrecção ou que havia outras formas melhores de resolver o problema.

Ao nível das competências trabalhadas não deixa de ser curioso que os próprios alunos referem frequentemente nas entrevistas que “aprenderam Matemática” nas experiências que realizaram. Este facto revela que eles se aperceberam que estavam a usar na prática conceitos matemáticos que haviam sido abordados no seu próprio currículo e lhes deram uma dimensão nova, mais concreta.

## **6.2 Contribuições do trabalho**

Foi referida ao longo do texto a relativa inexistência de estudos ao nível da avaliação da Robótica como ferramenta pedagógica. Em particular, o nível etário correspondente ao 1º ciclo do Ensino Básico tem sido o “parente pobre” ao nível dos trabalhos nesta área. Este projecto pretendeu dar uma contribuição neste âmbito ao realizar um estudo sobre a aplicação da Robótica com alunos dos 3º e 4º anos de escolaridade.

O facto de ter sido possível a alunos deste nível etário levar o bom termo um projecto com esta complexidade, envolvendo kits de Robótica que envolviam os processos de construção e programação de robôs é só por si uma confirmação da aplicabilidade desta ferramenta no 1º ciclo.

Neste contexto, um factor adicional a ter em consideração é a abrangência das áreas curriculares que foram alvo da intervenção. De facto, se as áreas da Matemática, das Ciências e da tecnologia são relativamente comuns neste tipo de estudos, este projecto conseguiu para além destas envolver ainda competências mais relacionadas com a Língua Portuguesa e, em especial, com as Expressões Dramática, Plástica, Musical e a Educação Tecnológica.

Nestas áreas foram, indubitavelmente, trabalhadas diversas competências, quer algumas que são listadas e identificadas nos currículos tradicionais (conforme secção 4.6), quer outras que se revestem de um carácter mais inovador. Neste contexto, será de realçar o trabalho realizado ao nível da resolução de problemas em cenários reais com uma clara componente de Engenharia.

A apresentação deste trabalho no âmbito do Festival de Robótica permitiu concluir que a comunidade deste campo o considerou bastante

inovador e com notável potencial educativo. Este facto também é reforçado pelo interesse despertado pelo projecto ao nível da imprensa.

### **6.3 Limitações do trabalho realizado**

Tal como acontece com outros tipos de estudos nesta área, a falta de recursos existentes foi notória. De facto, à partida para o trabalho foi necessário conseguir obter um conjunto de kits de Robótica que permitisse realizar o projecto. Após algum esforço estes foram conseguidos graças à boa vontade de diversos indivíduos e instituições, mas ainda assim sobejaram alguns problemas relacionados com a falta de material e a relativa falta de manutenção que era visível em alguns dos kits que foram cedidos.

Por outro lado, as restrições temporais subjacentes conduziram a que a melhor opção tivesse sido a de realizar esta intervenção no período de Verão o que levou a que alguns dos alunos acabassem por não completar o projecto. Por outro lado, esta opção teve como vantagem o permitir grande flexibilidade na gestão do tempo, apenas havendo o senão da concorrência de outras actividades de ar livre mais apetecíveis para a época.

Os recursos materiais e temporais do trabalho conduziram à opção de implementar um projecto com uma amostra relativamente reduzida e consequentemente implicaram uma opção por um estudo qualitativo. Este constitui aliás uma opção comum a muitos estudos nesta área e julgamos que permitiu uma riqueza maior na análise dos resultados. É obvio que este tipo de estudos apresenta algumas limitações na extrapolação das conclusões para um universo mais abrangente.

A escolha da amostra constituiu um dos principais problemas do estudo. De facto, era necessário que fossem alunos dos 3º ou 4º anos e que tivessem uma certa fluência tecnológica na manipulação de um computador, uma vez que não se pretendia que uma boa parte do tempo dedicado ao estudo fosse usado para a aquisição de competências básicas nas TIC. Por outro lado, o

universo de escolha era constituído pelos alunos do programa de férias da Associação de Pais da Escola EB1 de São Lázaro, que teria cerca de 50 alunos, dos quais cerca de 20 frequentavam os 3º e 4º anos de escolaridade. Dadas as restrições anteriores a escolha dos alunos para o projecto acabou por ser realizada através da inscrição voluntária.

#### **6.4 Sobre o papel da investigadora / professora**

Os alunos esperavam bastante da professora, a resposta certa (coisa que era impossível, porque até ela não sabia), sugestões estratégicas ou alguma inclinação para a resposta. Contudo, como cada um tinha um problema diferente do outro para resolver, teve que haver um esforço para chegar à sua resolução.

O entusiasmo com que partilhavam os seus sucessos connosco e as atitudes de gratidão quando os ajudávamos a resolver algum problema, ilustrava de alguma forma o quão importante era para eles a figura da professora.

Em muitas situações os alunos empreenderam esforços que os conduziram por recursos que envolviam trabalho de reflexão, elevado nível de persistência e apetência e vontade para melhorar.

Há muito tempo que ouvíamos falar de construcionismo e foi aqui que melhor se pode ver a filosofia construcionista. Em que os alunos têm um monte de legos e passado algum tempo têm um robô construído com peças muito pequenas. O robô normalmente parece-se com um carro.

Como professora construcionista que somos, tentamos interpretar o trabalho dos alunos, encontrar causas subjacentes às suas acções, identificámos atitudes e estados de raciocínio associados.

Esse trabalho reflexivo esteve sempre presente em todas as sessões, pois era nossa intenção em acompanhar os alunos quer nas suas descobertas pessoais, quer nas diferentes etapas dos percursos assumidos.

#### **6.5 Trabalho futuro**

Tendo este trabalho constituído a primeira experiência da autora nesta área fica claramente aberto o caminho para que outros trabalhos de investigação nesta área possam ser realizados. De facto, mantendo como base o 1º ciclo do Ensino Básico, quase tudo está ainda por fazer ao nível da avaliação das potencialidades da Robótica. De facto, assumindo que no futuro outros meios estarão ao dispor, e há razões para crer que este desejo se torne realidade, ficam abertas as possibilidades de realizar diversos estudos que conduzam idealmente a uma integração da Robótica ao nível dos curricula deste nível de ensino.

Em particular, será interessante planificar algumas actividades que possam ser implementadas por professores deste nível de ensino. Para o efeito terá que se realizar a identificação de conteúdos e competências específicas do 1º ciclo que se possam abordar com base na Robótica. Em seguida, terão que se planificar e validar um conjunto de actividades e proceder à sua documentação, criando materiais que sejam utilizáveis por professores (e.g. guiões de sessões).

Estes materiais mais normalizados poderão servir de base à realização de estudos com amostras mais abrangentes e porventura com um carácter quantitativo.

## Referências bibliográficas

Area, M. M. (2001). Una Escuela del Siglo XIX en el Siglo XXI? Redefiniendo las metas, formas y políticas de la Educación en la Era Digital. In As Novas tecnoloxías como eixos de innnovación nos centros educativos non universitários. ICE de la Universidad de Santiago de Compostela.

[URL:http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento9.htm](http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento9.htm)

(Acedido em 05/10/2006)

Bednar, a.; Cunningham, D., Duffy, T.; Perry, D. (1992). Theory into practice: How do We Link. In T. Duffy & D. Jonassen (Eds) *Construtivism and the Technology of Instruction: a conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Bers, M.; Ponte, I.; Juelich, C.; Viera, A.; Schenker, J. (2002). Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 123-145.

Bers, M.; Urrea, C. (2000). Technological prayers: Parents and children working with robotics and values. In A. Druin and J. Hendler (eds) *Robots for kids: Exploring new technologies for learning experiences* (pp. 194-217). New York: Morgan Kaufman.

Bloom, B.; Masie, B.; Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Education Goals*. New York: David McKay.Co.

Bloom, B.; Masie, B.; Krathwohl, D. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Education Goals - 2*. New York: David McKay.

Bogdan, R.; Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Colecção Ciências da Educação. Porto: Porto Editora.

Burton, J. K.; Moore, D.; Magliaro, S. (1996). Behaviorism and Instructional Technology. In D. Jonassen (Ed) *Handbook of Research for Educational Communications and technology*. New York: Macmillan USA.

Cachapuz, A.; Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Ministério da Educação.

Carretero, Mario (1993). *Construtivism Y Education*. Zaragoza: Editorial Edelvives.

Chella, M. T. (2002). *Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com SuperLogo*. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação – FEEC. Dissertação de mestrado.

CNEB (*Currículo Nacional do Ensino Básico; Competências Essenciais* (2001).

Coffield, F.; Moseley, D.; Hall, E.; Ecclestone, K. (2004). *Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review*. London: Learning and Skills Research Centre.

Cohen, L. Manion, L. (1990). *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: Editorial la Muralla, SA.

Cooper, P. (1993). Paradigm Shifts in Designed Instruction: From Behaviorism to Cognitivism to Constructivism. *Educational Technology*, XXXIII, (5).

Costa, M. F.; Fernandes, J. (2004). Growing up with robots. *Proceedings of Hsci2004*.

Coutinho, C. (2005). *Percursos da Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal: Uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. Dissertação de Doutoramento. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.



Curry, L. (1990). A critique of the research on learning styles. *Educational Leadership*, 48, 50-56.

Dicionário Universal de Língua Portuguesa (1999). Lisboa: Texto Editora.

Duckworth, E. (1972). The having of wonderful ideas. *Harvard Educational Review*, 42(2), 217-231.

Duffy, T.; Jonassen, D. (1992). Constructivism: new implications for Instructional Technology. In T. Duffy & D. Jonassen (eds) *Constructivism and the Technology of Instruction – A Conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 1-16.

Egan, K. (1986). *Teaching as Story Telling*. London: Routledge.

Erwin, B.; Cyr, M.; Rogers, C. (2000). LEGO engineer and RoboLab: Teaching Engineering with LabView from Kindergarten to Graduate School. *International Journal of Engineering Education*, 16(3).

Foddy, W. (1996). *Como perguntar: teoria e prática da construção de perguntas em entrevistas e questionários*. Oeiras: Celta Editores.

Gagné, R.; Merrill, M. (1990). The Cognitive Psychological Basis for Instructional Design. In D. Twitchell (Ed.), *Robert Gagné and David Merrill in Conversation, Educational Technology*, XXX (12), 35-46.

Gardner, H. (1993). *Multiple Intelligences*. New York, Basic Books.

Hacker, L. (2003). *Robotics in Education: ROBOLAB and robotic technology as tools for learning science and engineering*. Honors thesis, Dep. Child Development, Tufts University

URL: <http://www.libdgi.unicamp.br/document/?code=vtls000283839> acessado em 22 de Outubro de 2006

(Hannafin, M.; Hooper, S. 1993). Learning Principles. In M. Fleming & W. Levie (eds), *Instructional Message Design – Principles from Behavioral and Cognitive Sciences*. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology publications.

[URL:http://130.64.87.22/robolabatceeo/Resources/documentation/book\\_teaser\\_2.pdf](http://130.64.87.22/robolabatceeo/Resources/documentation/book_teaser_2.pdf) Acedido em 21/09/2006

Jelden, D.L. (1984). Operationalizing Learner-Controlled Education. *International Conference on Systems Research and Cybernetics*, Baden-Baden.

Johnson, J. (2002). Children, robotics and education. In: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on *Artificial Life and Robotics* (AROB-7), 491-496.

Johnson, J. (2003). Children, robotics and education. *Artificial Life & Robotics*, 7(1-2), 16-21.

Jonassen, D. (1992). Evaluating Constructivist Learning: In T Duffy & D Jonassen (Ed) *Constructivism and the Technology of Instruction – A Conversation*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates. 137-148.

Jonassen, D.H. (1991). Objectivism versus Constructivism: Do We Need a New Philosophical Paradigm? *Educational Technology Research and Development*, 39(3), 5-14.

Kitano, H.; Asada, M.; Kuniyoshi, Y.; Noda, I.; Osava, E. (1995). Robocup: The robot world cup initiative. In *Proceedings of IJCAI-95 Workshop on Entertainment and AI/Alife*.

Knudsen, J. (1999). *The Unofficial Guide to LEGO MINDSTORMS Robots*. O'Reilly.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Kolb, D.; Fry, R. (1975). Towards a Theory of Applied Experiential Learning. In Cooper, C. (Ed.) *Theories of Group Processes*. Reading, Mass: Addison Wesley.

Kolodner J.; Crismond, C.; Gray, J.; Holbrook, J.; Puntambekar, S. (1998). Learning by design from theory to practice. *Proceedings of the International Learning Conference of the Learning Sciences* (pp. 16-22). Association for the Advancement of Computing in Education.

Landsheere, G. (1993). History of Educational Research. In Martin Hammersley, (Ed) *Educational Research: Current issues*. London: The Open University Press. 3-15.

Ludke, M.; André, M. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda.

Lund, H.H.; Pagliarini, L. (1999). Robot Soccer with Lego Mindstorms. In M. Asada and H. Kitano (eds) *RoboCup-98: Robot Soccer World Cup II, LNAI 1604*. Heidelberg:Springer Verlag.

Lund, H.H.; Pagliarini, L. (2000). RoboCup Jr with LEGO Mindstorms. In *Proceedings of ICRA*. IEEE Press.

Malone, T. (1981). Towards a Theory of Intrinsically Motivating Instruction. *Cognitive Science*, 4, 333-369.

Merriam, S. (1998). *Case study research in education: A qualitative approach*. San Francisco, CA: Jossey-Bass..

Nagchaudhuri, A.; Singh, G.; Kaur, M. e George, S. (2002). Lego Robotics Products Boost Student Creativity in Pre-college Programs at UMES. *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference – session S4D*.

Orey, M. A. (1991). Using Intelligent Tutoring Design Principles to Integrate Cognitive Theory into Computer-Based Instruction. *Proceedings of Selected Research Presentations at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology*.

Pacheco, J.A. (1993). *O Pensamento e a Acção do Professor em Formação*. Dissertação de Doutoramento. Braga: Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. 2nd Edition. New York: Basic Books.

Papert, S. (1985). *LOGO: Computadores e Educação*. S. Paulo: Editora Brasiliense.

Papert, S. (1997). *A Família em Rede*. Lisboa: Relógio de Água.

Papert, S. (2000). *What's the big idea? Towards a pedagogy for idea power*. *IBM Systems Journal*, 39(3-4).

Portsmore, M.; Cyr, M.; Rogers, C. (2001). Integrating the Internet, LabView, and Lego Bricks into Modular Data Acquisition and Analysis Software for K-College. *Computers in Education Journal*, 11(2).

Pozo, J.I. (1994). *Teorias Cognitivas del Aprendizaje*. Madrid: Morata.

Resnick, M.; Berg, R.; Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7-30.

Resnick, M.; Bruckman, A.; Martin, F. (1996). Planos not stereos: Creating Computational construction kits. *Interactions*, 3(6), 41-50.

ROBOLAB Reference Guide, version 1.2, LEGO Educational Division.

Rogers, C.; Portsmore, M. (2004). Bringing Engineering to Elementary School *Journal of STEM Education*, 5(3,4).

Silva, B. (1999). *Um Contributo Hipermedia para o Processo de Alfabetização Visual*. Tese de Mestrado. Universidade do Minho.

Skinner, B. (1958). *Teaching Machines*. *Science*, 128, 969-977.

Skinner, B. (1968). *The Technology of Teaching*. New Jersey, Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Snow, R.E., Lohman, D. (1984). Toward a Theory of Cognitive Aptitude for Learning from Instruction. *Journal of Educational Psychology*, 76(3), 347-377.

Stahl, S. A. (2002). Different strokes for different folks? In L. Abbeduto (Ed.), *Taking sides: Clashing on controversial issues in educational psychology* (pp. 98-107). Guilford, CT, USA: McGraw-Hill.

Teixeira, J. (2006). *Aplicações da Robótica no Ensino Secundário: o Sistema Lego Mindstorms e a Física*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Tennyson, R. (1990). *A Proposed Paradigm of Learning for Educational Technology*. *Educational Technology*, 30 (6), 16-19.

Thompson, A.; Simonson, M.; Hargrave, C. (1996). *Educational Technology: a review of research*. Washington DC: AECT Publications.

Vale, I. (2000). *Didáctica da Matemática e Formação Inicial de professores num contexto de Resolução de Problemas e de Materiais Manipuláveis*. Universidade de Aveiro.

Wang, L.E. (2004). *Engineering with Lego Bricks and Robolab – the official guide to Robolab*. Department of Mechanical Engineering.

Yin, R. K. (1994). *Case Study Research – Design and Methods*. London: Sage Publications.

Zilli, S. R. (2004). *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação de Mestrado).

## **Anexo A - Funções do robolab**



**Início** - No início do programa, exigido como o primeiro comando em qualquer programa Inventor.



**Fim** - No fim do programa, exigido como o último comando de cada tarefa no programa Inventor.



**Parar A** - Interrompe a potência da Porta **A** do RCX.



**Parar tudo** - Interrompe a potência das portas **A**, **B** e **C** do RCX.

### Saídas Simples



**Motor A (sentido horário)** - Liga a Porta **A** do RCX no sentido horário com potência total.



**Motor A (sentido anti-horário)** - Liga a Porta **A** do RCX no sentido anti-horário com potência total.



**Lâmpada A** - Acende a Lâmpada ligada à Porta **A** do RCX com potência total.

### Saídas Gerais



**Lâmpada** - Acende a lâmpada.

Padrão: Potência total nas Portas **A**, **B** e **C**.



**Motor (sentido horário)** - Liga o motor no sentido horário.

Padrão: Potência total nas Portas **A**, **B** e **C**.



**Motor (sentido anti horário)** - Liga o motor no sentido anti-horário.

Padrão: Potência total nas Portas **A**, **B** e **C**.



**Direccionar** - Direcciona a potência para as portas especificadas, invertendo a direcção anterior.

Padrão: Portas **A**, **B** e **C**.



**Tocar Som** - Toca um som no RCX. Os sons disponíveis são:

1-Clique de chave

4-Silvo ascendente (Padrão)

2-BeepBeep

5-Bzzzz

3-Silvo descendente

6-Silvo ascendente rápido



## Esperar por? (Wait For)



**Espera 1 segundo** - Espera 1 segundo antes de continuar o programa.



**Espera por tempo** - Espera por um tempo especificado.

Padrão: 1 segundo.



**Espera tempo aleatório** - Espera por um tempo aleatório. Tempo entre 1 e 8 segundos.



**Espera empurrar** - Espera até que o sensor de toque seja pressionado.

Padrão: Porta de Entrada 1.



**Espera não pressionado** - Espera até que o sensor de toque não seja pressionado.

Padrão: Porta 1.



**Espera por luz** - Espera até que o sensor de luz leia um valor mais brilhante que o número especificado.

Padrão = 55.



**Espera por escuro** - Espera até que o sensor de luz leia um valor mais escuro que o número especificado.

Padrão = 55.



**Mais claro** - Espera até que o sensor de luz leia um valor maior que o actual.

Padrão: Porta 1, diferença de valor = 5.



**Mais escuro** - Espera até que o sensor de luz leia um valor menor que o actual.

Padrão: Porta 1, diferença de valor = 5.

## Modificadores



**Entrada 1** - Anexar este modificador a um comando para seleccionar a Porta de Entrada 1.



**Saída A** - Anexar este modificador a um comando para seleccionar a Porta de Saída A.



**Potência Nível 3** - Anexar este modificador a um motor ou lâmpada para ajustar a potência no nível 3.

**123 Constante Numérica** - Anexar este modificador a um sensor ou temporizador para ajustar o valor da constante.



**Valor do Container vermelho** - Retorna o valor do *container* vermelho



**Container vermelho** - Anexar a um comando *container*, para seleccionar o *container* vermelho.



**Número ?** - Um número aleatório entre 1 e 8.



**Valor da Porta 1** - Retorna o valor da Porta de Entrada 1.



**Temporizador vermelho** - Anexar a um comando de temporizador para seleccionar o temporizador vermelho.



**Valor do Temporizador vermelho** - Retorna o valor do temporizador vermelho.



**Valor da Carta** - Retorna o valor da carta (variável).

## Música



**Nota musical** - Toca notas musicais no RCX.

Padrão: semínimas na escala normal.



**Pausa musical** -insere uma pausa na música.



**Duração musical** - Especifica quanto tempo uma nota deve tocar.



**Uma oitava acima** - Anexado a um comando musical, eleva o tom em uma oitava ou mais se mais de um for anexado.

## Estruturas



**Condição do Sensor de Toque** - Faz o programa escolher entre dois caminhos, dependendo dos dados do sensor de toque.

Padrão: Porta 1.



**Junção** - Usada sempre com uma condição para unir os dois caminhos da condição.



**Começar Tarefa** - Começa uma nova tarefa. Permite realizar tarefas múltiplas simultaneamente. O RCX permite um máximo de 10 tarefas.



**Começar Loop** - Começa um estrutura de "loop".

Padrão: 1 vez.



**Fim do Loop** - Pula de volta ao início do "loop".



**Jump (pulo)** - Faz o programa pular para um lugar específico da sequência.



**Land (pouso)** - Indica o lugar da sequência onde o comando *Jump* vai pular.



## **Anexo B - Pré-Questionário**

### **Pré-Questionário**

**Nome:**\_\_\_\_\_ **Idade:**\_\_\_\_\_

**Ano de Escolaridade:**\_\_\_\_\_ **Sexo:**\_\_\_\_\_

1. O que é para ti um robô?

\_\_\_\_\_

2. Na tua opinião como se constrói um robô?

\_\_\_\_\_

3. Já tinhas visto algum robô?

\_\_\_\_\_

4. Na tua opinião que tarefas pode um robô fazer?

\_\_\_\_\_

5. Como se programa o robô para fazer essas tarefas?

\_\_\_\_\_

## **Anexo C - Respostas ao pré-questionário**

## 1. O que é para ti um robô

É um novo conhecimento. (Aluno A, 4º ano);

Um robô é um conjunto de legos com uma cabeça, que se pode mandar fazer várias coisas sem ele se cansar. (“Carochinha”- 4º ano)

Um robô é uma máquina construída pelo homem. (“Boi” – 3º ano)

Um robô é uma máquina que faz várias tarefas. (Aluno B – 4º ano)

Para mim um robô é um ser artificial com inteligência artificial. Mas é preciso muito trabalho. É engraçado porque as peças deles são de metal ou de plástico. Podemos meter lá coisas que não podemos meter em nós. (“Gato” – 3ºano)

Um robô para mim é uma máquina que anda de um lado para o outro, para mim, isto é um robô. (Aluno C– 3º ano)

Uma máquina. (“Cão” – 3º ano)

Para mim um robô é uma máquina com inteligência artificial. (“João Ratão” – 4º ano)

É uma máquina destinada a obedecer às ordens que lhe dão. (Aluno D – 4º ano)

## 2. Na tua opinião como se constrói um robô?

Com calma. (Aluno A, 4º ano)

É muito complicado, é preciso ter muita paciência, mas se nos aplicarmos e não desistirmos, conseguimos. (“Carochinha”- 4º ano)

Um robô constrói-se a partir de peças. (“Boi” – 3º ano)

Na minha opinião constrói-se um robô com calma e paciência. (Aluno B– 4º ano)

Constrói-se o robô com a cabeça, com peças e coisas para que ele consiga saber onde bate e consiga traçar caminhos. (“Gato” – 3ºano)

Um robô constrói-se com rodas, também é preciso um rx e peças tipo lego para o resto. (Aluno C – 3º ano)

Com metal velho (“Cão” – 3º ano)

Um robô constrói-se com legos, sobretudo com peças. (“João Ratão” – 4º ano)

Com peças planas (Aluno D – 4º ano)

## 3. Já tinhas visto algum robô?

Não. (Aluno A, 4º ano)

Sim no pavilhão multiusos de Guimarães. (“Carochinha”- 4º ano)

Não. (“Boi” – 3º ano)

Sim. (Aluno B – 4º ano)

Já tinha visto um robô. (“Gato” – 3ºano)

Eu já tinha visto um robô. (Aluno C – 3º ano)

Sim (“Cão” – 3º ano)

Já (“João Ratão” – 4º ano)

Sim (Aluno D – 4º ano)



#### **4. Na tua opinião que tarefas pode um robô fazer?**

Limpezas, divertir, dançar e falar (**Aluno A, 4º ano**)

Pegar em objectos, arrastá-los, andar para a frente, para trás e circular. (**“Carochinha”- 4º ano**)

O robô pode fazer todo o tipo de tarefas (**“Boi” – 3º ano**)

O robô pode fazer tarefas domésticas (**Aluno B – 4º ano**)

Trabalhar, escrever, ler, jogar alguns desportos. (**“Gato” – 3ºano**)

As tarefas que pode programar um robô são: andar, fazer teatro e corridas (**Aluno C – 3º ano**)

Limpezas, ajudar a construir outros robôs, jogar futebol (**“Cão” – 3º ano**)

O robô pode jogar futebol, andar (**“João Ratão” – 4º ano**)

Depende... andar, pegar, empurrar, levar tirar. (**Aluno D – 4º ano**)

#### **5. Como se programa o robô para fazer essas tarefas?**

Falando (**Aluno A, 4º ano**)

Acho que se programa no computador e depois passa-se a informação por uma peça preta para o robô fazer o que se manda. (**“Carochinha”- 4º ano**)

Acho que se programa por uma peça (**“Boi” – 3º ano**)

Programa-se o robô através do seu chip (**Aluno B – 4º ano**)

Não sei. (**“Gato” – 3ºano**)

Fazemo-lo fazer isso quando o montarmos (**“Cão” – 3º ano**)

Dizer ao robô (**“João Ratão” – 4º ano**)

No computador (**Aluno D – 4º ano**)



## **Anexo D - Guião de exercícios de programação**

## Guião de exercícios de programação (e respectivas soluções)

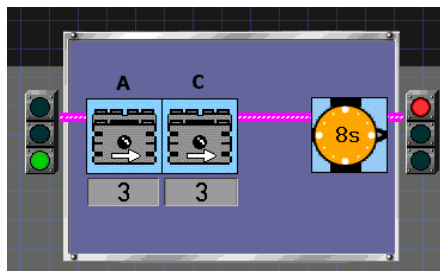
1. Construir um robô com os seguintes componentes no mínimo:

- a. Motor ABC
- b. Rcx
- c. Rodas

2. No nível “pilot 2”:

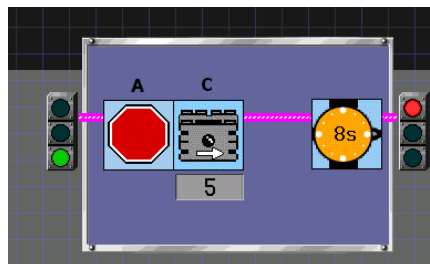
- a. Programar o robô para andar para a frente 8 segundos.

**Solução:**



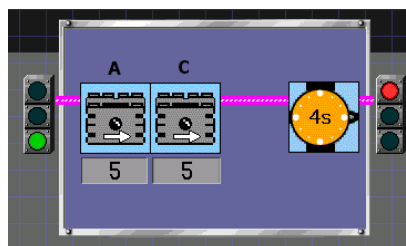
- b. Programar o robô para andar para trás 6 segundos
- c. Programar o robô para rodar para a direita durante 2 segundos.
- d. Programar o robô para rodar para a esquerda durante 8 segundos.

**Solução:**



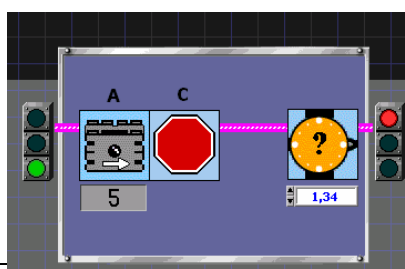
- e. Programar o robô para andar para a frente 50 cms.

**Solução:**



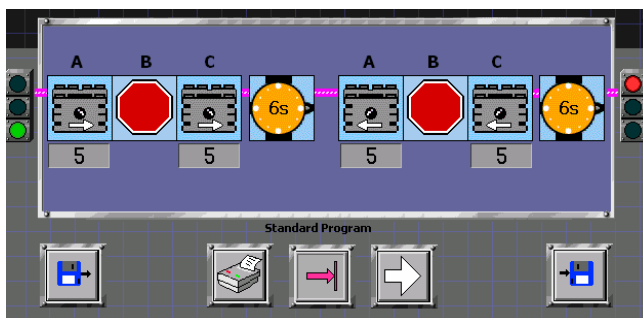
- f. Programar o robô para rodar 90 graus.

**Solução:**



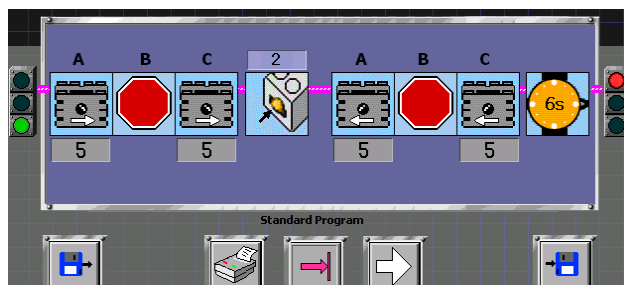
3. No nível *Pilot 3*, programar o robô para andar para a frente durante 6 segundos e depois inverter o sentido e andar 6 segundos e parar.

**Solução:**



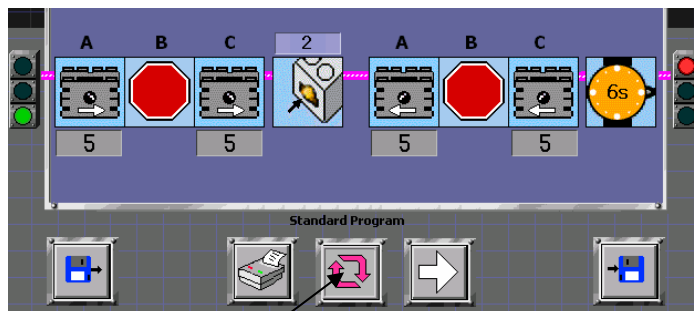
4. Acrescentar ao robô t anterior um sensor de toque na parte frontal do robô.  
5. No nível *Pilot 3*, programar o robô para andar para a frente até bater contra um obstáculo e depois inverter o sentido, andar 6 segundos e parar.

**Solução:**



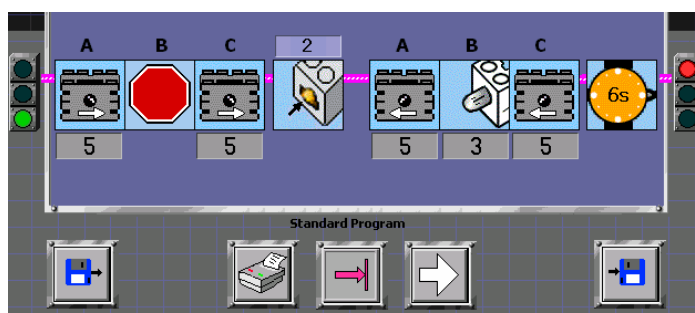
6. Altere o programa anterior para realizar as tarefas anteriores continuamente.

**Solução:**



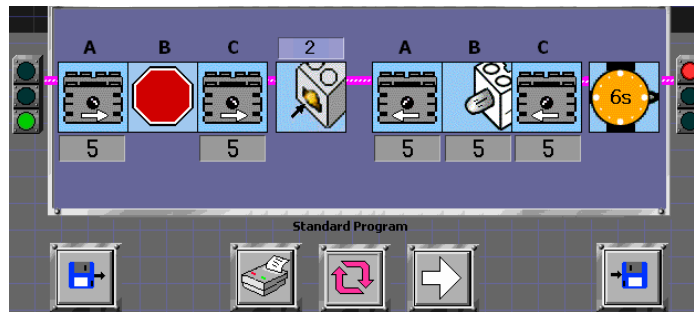
7. Programar o robô para andar para a frente e acender a luz até bater num obstáculo e recuar durante 6 segundos

**Solução:**



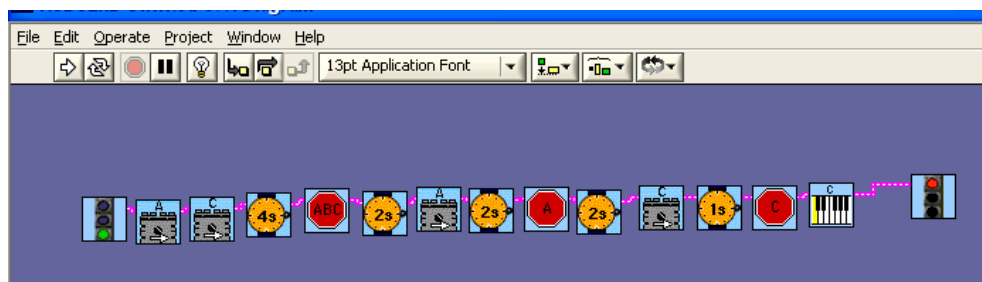
8. Programar o robô para realizar a tarefa anterior continuamente.

**Solução:**



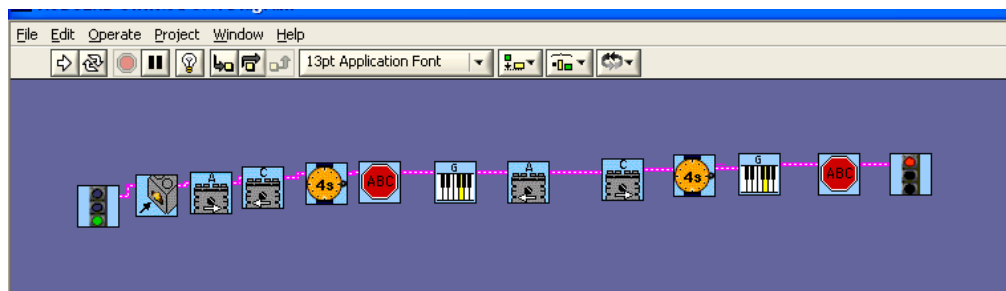
9. Programar o robô para andar para a frente durante 4 segundos, pára 2 segundos, rodar para a esquerda durante 2 segundos, parar durante 2 segundos, rodar para a direita durante 1 segundo, parar e emitir um som.

**Solução:**



**10.** Programar o robô para rodar para a direita durante 4 segundos depois de ser tocado, tocar uma música e rodar para a esquerda 4 segundos tocar música e parar.

**Solução:**



## **Anexo E - A História da Carochinha**

### **A História da Carochinha**

Nesta bela manhã como é habitual, Carochinha anda a varrer o seu pátio. À beira de uma flor encontra uma moeda de ouro e põe-se a gritar:

- Quem quer casar com a carochinha, que é tão formosa e bonitinha?!

Vem o Boi e diz

– Quero eu, quero eu!!

- Não, não, não! – Diz a Carochinha - tens uma voz muito grossa.

Desiludida, volta a gritar:

- Quem quer casar com a Carochinha, que é tão formosa e bonitinha?!

- Quero eu, quero eu! – Responde o Cão.

- Não, não, não! – Diz a Carochinha.

Voltou a gritar:

- Quem quer casar com a Carochinha, que é tão formosa e bonitinha?!

- Quero eu, quero eu! – Diz o Gato a miar.

- Não, não, não! – Diz a carochinha muito triste.

Não desiste e volta a tentar...

- Quem quer casar com a Carochinha, que é tão formosa e bonitinha?!

- Quero eu, quero eu! – Diz o rato João Ratão.

- Sim, vamos casar!

E é assim que a Carochinha e o João Ratão se dirigem para a igreja. Mas a Carochinha esquece-se das luvas. O amável João vem para trás buscá-las e sente um cheiro a chouriço. Espreita para o caldeirão e por acidente cai lá dentro e fica cozido e assado dentro do caldeirão.

- Ai, o meu João Ratão. Morreu cozido e assado no caldeirão!!!!



## **Anexo F - Pós-Questionário**

## **Pós-Questionário**

**Nome:**\_\_\_\_\_ **Idade:**\_\_\_\_\_

**Ano de Escolaridade:**\_\_\_\_\_ **Sexo:**\_\_\_\_\_

1. O que é para ti um robô?

\_\_\_\_\_

2. Na tua opinião como se constrói um robô?

\_\_\_\_\_

3. Na tua opinião que tarefas pode um robô fazer?

\_\_\_\_\_

6. Como se programa o robô para fazer essas tarefas?

\_\_\_\_\_

7. O que mais gostaste de fazer com os robôs?

\_\_\_\_\_

8. Qual o problema mais difícil de resolver?

\_\_\_\_\_

## **Anexo G - Resultado das entrevistas**

## **Resultado das entrevistas**

### **“Cão”**

#### **O que é para ti um robô?**

É uma máquina que pode fazer coisas pelos humanos, como por exemplo, limpezas de casa.

#### **Como se constrói um robô?**

Com peças lego que se encaixam e que ficam seguras para ele se poder movimentar.

#### **Como construístes o teu robô?**

Primeiro pus o apoio das rodas, o eixo, para depois colocar por cima o rcx e os motores.

#### **Como o tornaste sólido, robusto?**

Fui pondo peças, encaixando-as umas nas outras para ficar seguro.

#### **Que peças é que utilizaste?**

Peças de lego.

#### **Que tarefas é que um robô pode fazer?**

Limpezas domésticas, jogar futebol, dançar, fazer obras na construção de casas...

#### **E o teu robô para que serviu?**

Programei-o para fazer um teatro da “História da Carochinha.

#### **Qual era o teu personagem?**

Era o cão.

#### **Qual era a tarefa que o teu robô tinha que executar?**

Tinha que chegar ao robô Carochinha, tocar-lhe com o sensor de toque, recuar um bocado, parar durante algum tempo e depois sair do cenário.

#### **Como é que se programa essas tarefas?**

Utilizei o computador e o programa robolab e depois peguei na torre pu-la em frente ao rcx e passei a programação.

#### **Como se chamava o programa onde programaste?**

Robolab.

#### **O que permitia fazer o robolab?**

Tinha setas, tempos, relógios, stop, e velocidade de motores.

**Quando quiseste que o robô andasse para a frente um metro, o que fizeste?**

Programei o tempo e vi se ele percorria o metro, se ele ficasse a meio ou avançasse de mais, tinha que aumentar ou diminuir o tempo.

**O que mais gostaste de fazer com os robôs?**

Montar, construí-los.

**Para além da construção, o que gostaste mais de fazer?**

Ir ao IPJ, mostrar os nossos robôs.

**Mas como tarefa durante as sessões o que gostaste mais de fazer?**

Dar a volta à mesa. Porque era mais difícil. Era um desafio e eu consegui.

**O que gostaste menos de fazer com os robôs?**

Nada.

**Fala-me da ida ao IPJ!**

Foi uma sensação boa, fixe.

**Se tivesses a oportunidade de ter outra vez robôs na escola, o que gostavas de fazer com eles?**

Programá-los para jogar futebol ou para dançar, para ir mostrar a outras pessoas, ir a competições.

**Qual foi o problema mais difícil que encontraste durante as nossas actividades?**

Não sei...foi o de dar a volta à mesa, era muito difícil, porque às vezes ele andava um bocadinho de mais e depois ia diminuir o tempo e ele passava a andar muito menos.

**“Gato”**

**O que é para ti um robô?**

É uma coisa que pode fazer o quisermos se soubermos bem programá-la e se tivermos os nossos objectivos definidos.

**Como se constrói um robô?**

Constrói-se com legos, mas pode-se construir com metal e muitas outras coisas.

**E com legos como é que construístes?**

Comecei por pôr peças nas rodas e depois pus o rcx, os motores e os sensores.

**Que tarefas pode fazer um robô?**

Jogar futebol, abrir portas, andar, transportar coisas, subir paredes, ir a outro planeta (Marte).

**O que achas que um robô pode fazer noutra planeta?**

Tirar fotografias e examiná-lo.

**O que fizeste com o teu robô?**

Fiz percursos, dramatizei a história da Carochinha.

**Como se programa o robô para fazer essas tarefas?**

É com o Robolab.

**Como é esse programa, o robolab, é de escrever?**

Não, não é de escrever. Escolhemos icons, por exemplo, 2 segundos para andar para a frente.

**Se metermos 2 segundos para andar para a frente, ele anda só 2 segundos?**

Sim.

**De certeza, não te esqueceste de nada?**

Esqueci-me de pôr o “parar motores”, se não ele segue sempre.

**O que mais gostaste de fazer?**

Programá-lo para fazer percursos.

**Qual deles?**

O cenário 2 da “Carochinha”. Foi difícil, mas conseguimos.

**Qual foi a tarefa mais fácil que fizeste?**

Construir os robôs.

**E a tarefa mais difícil?**

Foi programá-los.

**Qual foi o problema mais difícil de resolver?**

Foi saber o tempo que tinha que pôr para eles virarem.

**Se tivesses outra oportunidade de trabalhar com robôs o que é que tu gostavas de fazer?**

Gostava de fazer muita coisa. Gostava de fazer subir coisas, montanhas, por o robô a percorrer a escola.

**Mas era muito difícil!**

Era preciso muito trabalho e dedicação.

**Gostaste mais de trabalhar sozinho ou em grupo?**

Em grupo, só que o colega foi-se embora. Era um bocado preguiçoso, eu tinha que fazer tudo sozinho.

**Foi difícil ficar sozinho?**

Um bocado, ele quase não trabalhava, mas.... se calhar até foi melhor.

“Boi”

**O que é para ti um robô?**

É uma máquina que se pode fazer muita coisa com ela, jogar futebol, cozinhar, lavar a roupa, fazer concursos de dança, ajudar a mãe na cozinha.

**Como se constrói um robô?**

Há muitas formas de construir um robô.

**Como é que tu construístes o teu?**

Com legos, rodas, motores... montei o eixo com as rodas e depois meti mais peças e coloquei o rcx e os motores e pu-lo a funcionar.

**Que tarefas pode fazer o robô?**

Muitas, jogar futebol, ajudar em casa, fazer o jantar.

**Na escola, achas que o robô te pode ajudar?**

Não!

**Não?**

Só se for pegar no lápis.

**Daquilo que fizeste o robô não te ensinou nada?**

Mais ou menos.

**Não tiveste que fazer cálculos?**

Sim, quando tive que dar a volta à mesa tinha que saber o que era o metro e o tempo que precisava para ele andar um metro.

**Como se programa o robô para fazer essas tarefas?**

Torre para passar a programação para a memória do robô. Primeiro vejo os percursos, ponho-o a andar para ver se está a andar bem ou mal. Segundo para a frente, para trás, para os lados.

**Onde é que programavas isso?**

No Robolab

**Esse programa era fácil ou difícil?**

Fácil, não tinha que escrever.

**Como era?**

Só tinha que pegar no rato e arrastar uns ícones e colocava-os no programa e depois tinha que ligar os ícones e se me esquecesse de fazer alguma ligação ou se não estivesse bem feito não dava para passar para o robô. Tínhamos que descobrir o erro e depois corrigi-lo.

**De todas as tarefas, qual foi a que gostaste mais de fazer?**

De o pôr a funcionar. Do cenário 2, porque era mais fácil do que o primeiro cenário.

**O que gostaste menos de fazer?**

Do primeiro cenário, porque era difícil.

**Mas eram só três rectas? Parece fácil!**

Não, o meu robô andava sempre para o lado.

**Porquê? Lembras-te?**

Porque as rodas não funcionavam bem.

**Qual foi o problema mais difícil de resolver?**

Eram todos fáceis. Percorrer a mesa talvez fosse o mais difícil porque tinha que andar e virar, meter os tempos exactos.

**Qual foi a tarefa mais fácil?**

Dar a volta à cadeira...

**Qual foi a sensação de ir ao IPJ?**

Tive alguns nervos, podia ter acontecido alguma coisa de mal, podia ter corrido mal.

**Que tipo de coisas?**

Os robôs não andarem, pararem, bater contra as casas e contra as árvores.

Mas depois de terminarmos a sensação foi boa.



### **O que gostavas de fazer para leares a uma competição?**

Por robôs a jogar futebol ou basquetebol.

### **“Carochinha”**

#### **O que é para ti um robô?**

É um rcx que é independente, temos que lhe mandar fazer coisas. E programa-se no robolab no computador. É uma máquina que nós programamos no computador e que pode fazer várias coisas, depende do robô... há robôs que fazem coisas simples como empurrar, virar e há outros mais inteligentes, para profissionais que também se programa e que faz tarefas mais complicadas.

#### **Que tarefas simples é que pode fazer?**

Arrastar objectos, se adaptarmos sensores ele pode seguir linhas, se pusermos sensor de choque, quando ele bate em alguma coisa, ele faz o que nós programamos para ele fazer, parar, virar, recuar... podemos meter músicas.

#### **Tu compuseste alguma música?**

Compus na história da “Carochinha” a marcha nupcial e outras músicas quando ela estava a varrer no início da história.

#### **E a marcha nupcial como foi?**

Pesquisei livros de música, que tinha em casa e depois no Robolab no computador, há uma função que se chama “piano player” onde se podem escrever as notas com os respectivos tempos.

#### **Percebes música?**

Sim, eu toco clarinete.

#### **Foi fácil ou difícil?**

Foi fácil, porque eu já estou num nível mais avançado de música, já estou habituada a partituras mais difíceis.

#### **Na tua opinião, como se constrói um robô?**

Foi com legos, sensores de toque, de luz, motores para fazer virar as rodas e tem de ter o rcx, é essencial, se não o robô não funciona só com legos e rodas.

#### **Como é que o construístes?**

Comecei pelas rodas, depois pus o RCX e os motores, depois coloquei mais peças lego para ficar mais forte e sensor de toque.

**Para que servia o sensor de toque?**

Na história quando os animais batiam na Carochinha, ela tinha que saber se dizia sim ou não. Nos três primeiros toques ela dizia não no quarto toque dizia sim, e no quinto toque, parava e emitia um sinal sonoro

**Que tarefas pode fazer o robô?**

Andar para a frente, trás, rodar, arrastar objectos, seguir linhas...

Dançar, robôs de salvamento, os humanóides (esses não sei bem o que fazem), jogar futebol.

**Que fizeste com o teu robô?**

Construí-o, programei os passos da carochinha para a história.

**Achas que é mais interessante trabalhar histórias com robôs?**

É giro, gosto muito disso e também de dança. Mas acho que a dança é mais simples do que as histórias porque não tem que seguir caminhos.

**Porque é que achas que a dança é mais fácil?**

É pelo facto do robô andar para a frente e para trás livremente, podemos por música. Há robôs que têm dois RCX, porque para mexerem os braços e a cabeça precisam de motores, como cada rcx só tem três motores, precisam de dois rcx.

**Como é que se programa o robô para fazer as tarefas?**

Vamos ao programa Robolab, ao “Inventor 4”, tens uns ícones, isto tem um bocado a haver com matemática, nós para programarmos os robôs temos que associar os segundos com o espaço que o robô tem de percorrer.

Fizemos um exercício, para sabermos quantos segundos demorava o robô a percorrer um metro. Pusemos o metro de madeira no chão e verificámos quanto demora o robô a percorrer essa distância.

Pegamos nos ícones e ligamo-los uns aos outros. Se falhar alguma ligação entre eles, voltamos atrás e corrigimos. Há uma seta branca para ver se está correcta, se essa seta não estiver activa (branca) quer dizer que alguma coisa está mal.

**O que mais gostaste de fazer?**

O que eu achei uma aventura foi programá-los.

**Dentro da programação o que mais gostaste de fazer?**

Gostei de pôr o robô a tocar a marcha nupcial, de dizer que sim ao João ratão e ir para a igreja.

**Qual foi o problema mais difícil de resolver?**

Não tive.... É preciso muita paciência para fazer isto.

**Para além desta actividade o que é que gostaste mais na robótica?**

De ir apresentar o nosso trabalho a Universidade do Minho e ao IPJ. Não entramos na competição, nós só fomos convidados para irmos mostrar o nosso trabalho, como estávamos todos, já correu muito bem, ao contrário do dia anterior na universidade, como faltavam meninos e nós não sabíamos exactamente onde tínhamos que colocar os robôs deles. Os robôs não faziam o percurso muito bem.

Só foi possível ver o João ratão e a carochinha a representar. Mas era a parte principal da história, por isso não foi assim tão mau.

**Inicialmente eram só rapazes frequentavam as sessões, tu eras a única menina! Como é que isso aconteceu? Foi por imposição ou convidaram-te?**

A professora convidou-me, mas depois como eu gostei muito e vi que era interessante ajudar a professora nesse projecto acabei por ficar e gostei muito.

**Se ela te convidasse outra vez, aceitavas?**

Sim, até queria participar nas competições.

**O que é que gostavas de levar às competições?**

Dança, eu adoro dança.

**Que dança?**

DZRT, assim podiam participar mais participar mais pessoas, as minhas amigas.

**Como conheceste o mundo da robótica?**

Foi em Guimarães no pavilhão Multiusos, onde havia competições de robótica, dança, futebol... aí comecei a interessar-me por robôs.

## **João Ratão**

### **O que é para ti um robô?**

Um robô é uma máquina que pode fazer grande tipo de tarefas, dançar, correr, empurrar cadeiras.

### **Como se constrói um robô?**

Com peças de lego, rodas, rcx. Eu comecei pelas rodas e depois pus o rcx e acumulei peças.

### **Que tarefas pode o robô fazer?**

Levantar coisas, empurrar, correr, ajudar na escola, na matemática porque temos que medir o tempo, saber quantos metros anda o robô durante certo tempo. Caminhos, fazer itinerários.

### **Como se programa o robô para fazer essas tarefas?**

Com setas, p'ra frente para trás no robolab no computador

### **O que mais gostaste de fazer com os robôs? Porque?**

Construí-lo. Porque podemos construí-lo como quisermos, ao nosso gosto. Eu fiz um robô tipo carro de corrida.

### **Foi esse o robô que utilizaste na versão final?**

Não, eu fiz alterações, modifiquei o robô, pus lagartas, achei que era mais fácil ao andar e ao virar.

### **Qual foi o problema mais difícil de resolver?**

Foi a programação do último cenário porque era difícil, tinha mais curvas e no fim tinha que meter tempos para ele esperar pela carochinha.

### **Gostaste de usar o robô para executar estas tarefas?**

Sim gostei muito de fazer, era muito divertido.

### **Qual a tarefa que mais gostaste de fazer?**

O 2º cenário porque era mais interessante, não era tão simples como o 1º que era andar em frente, virar, andar em frente e virar.

### **Qual é que gostaste menos de fazer?**

1º cenário, era aborrecido, só andava para a frente e virava, era monótono.

### **Gostavas de fazer mais tarefas com robôs? Quais?**

Sim, jogar futebol, empurrar coisas, fazer corridas.

**Há algum trabalho da escola que gostasses de fazer com robôs?**

Percursos e jogar futebol.

**Será que o robô te pode ajudar nas tarefas da escola ou em alguma matéria?**

Sim na matemática.

**O que podes aprender na matemática?**

Tempos, medições, quanto tempo demora a percorrer um metro.

**Achas importante que todos trabalhassem com robôs?**

Ajudava, porque assim quando fossem maiores podia ser que quisessem seguir essa profissão... engenheiros de robótica.

**E tu gostavas de ser engenheiro de robótica?**

Não, eu quero ser jogador de futebol.

**Achas-te fácil ou difícil trabalhar com o robolab?**

Difícil, porque tínhamos que fazer percursos e medir tempos.

**Gostavas de voltar a trabalhar com os robôs?**

Sim, pô-los a jogar futebol.

**Consideras-te um bom aluno?**

Não, sou mais ou menos, nem sou muito inteligente nem pouco.

**Como foi a experiência com robôs?**

Foi boa, divertida.

**Será que o robô pode substituir a professora na sala de aula?**

Não, não consegue falar.

**Qual foi a sensação de ires à UM e ao IPJ?**

Senti-me importante. Quando saí no jornal os meus pais ficaram vaidosos e gostaram que tivesse participado, querem que volte a fazer coisas destas. Foram mostrar o jornal na terra da minha avó. A minha avó disse que eu era importante e os meus pais.



## **Anexo H - Fotos do Projecto**







**Figura 30 - Fotos da construção dos robôs**







Figura 31 - Programação do Cenário Inicial















Figura 32 - Programação do Cenário Final



## **Anexo I - Programação dos alunos**

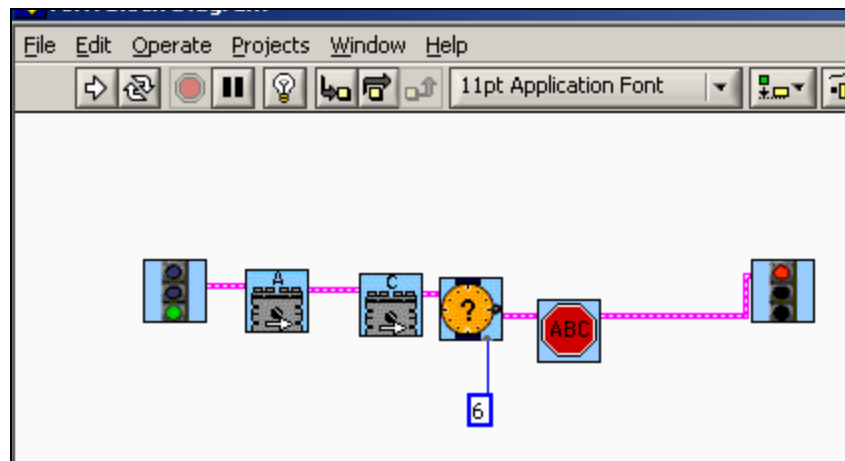


Figura 33 - Programação do Metro pelo João Ratão

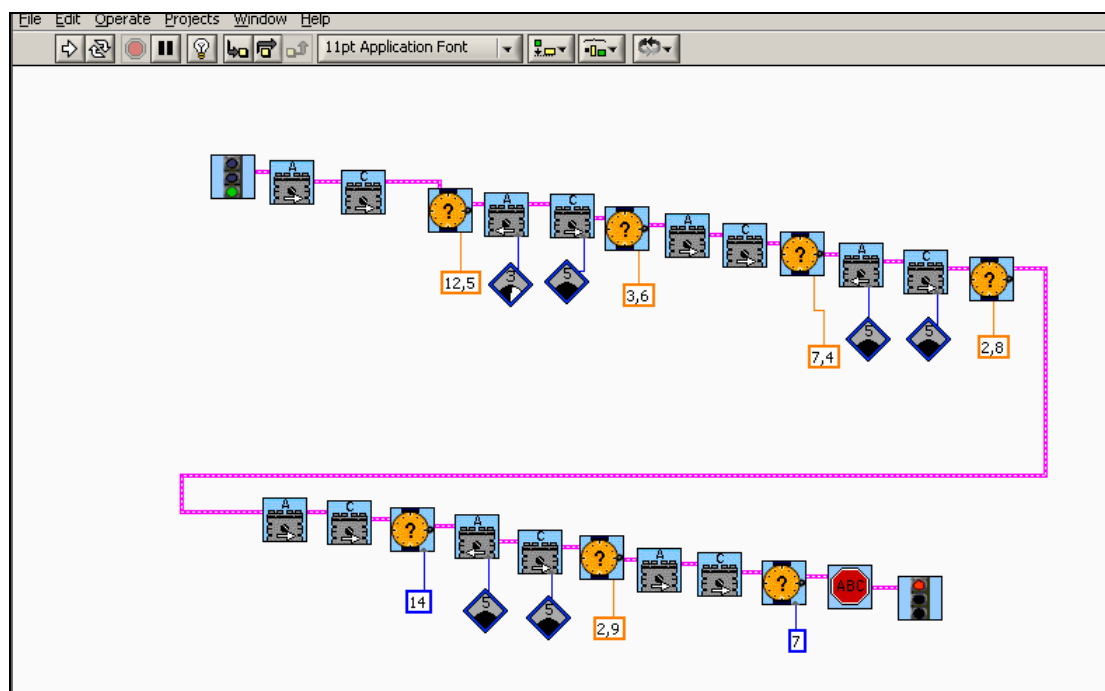
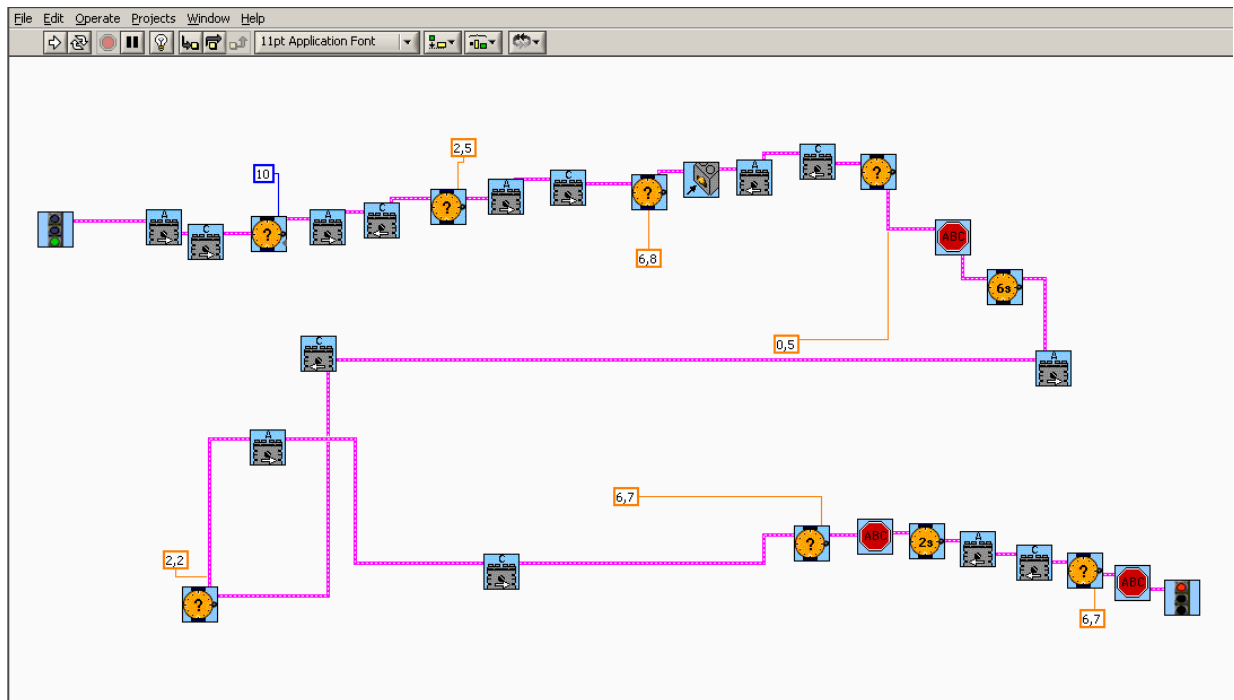
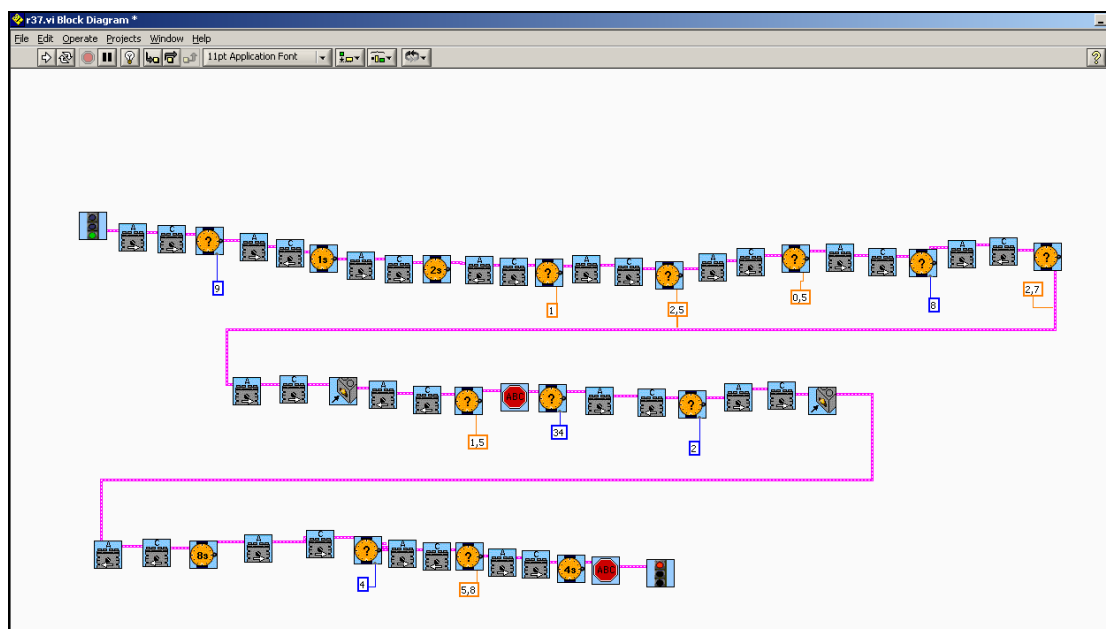


Figura 34 - Programação da Mesa Rectangular pelo João Ratão



**Figura 35 - Programação do percurso do João Ratão no Cenário Inicial**



**Figura 36 - Programação do Percurso do João Ratão no Cenário Final**

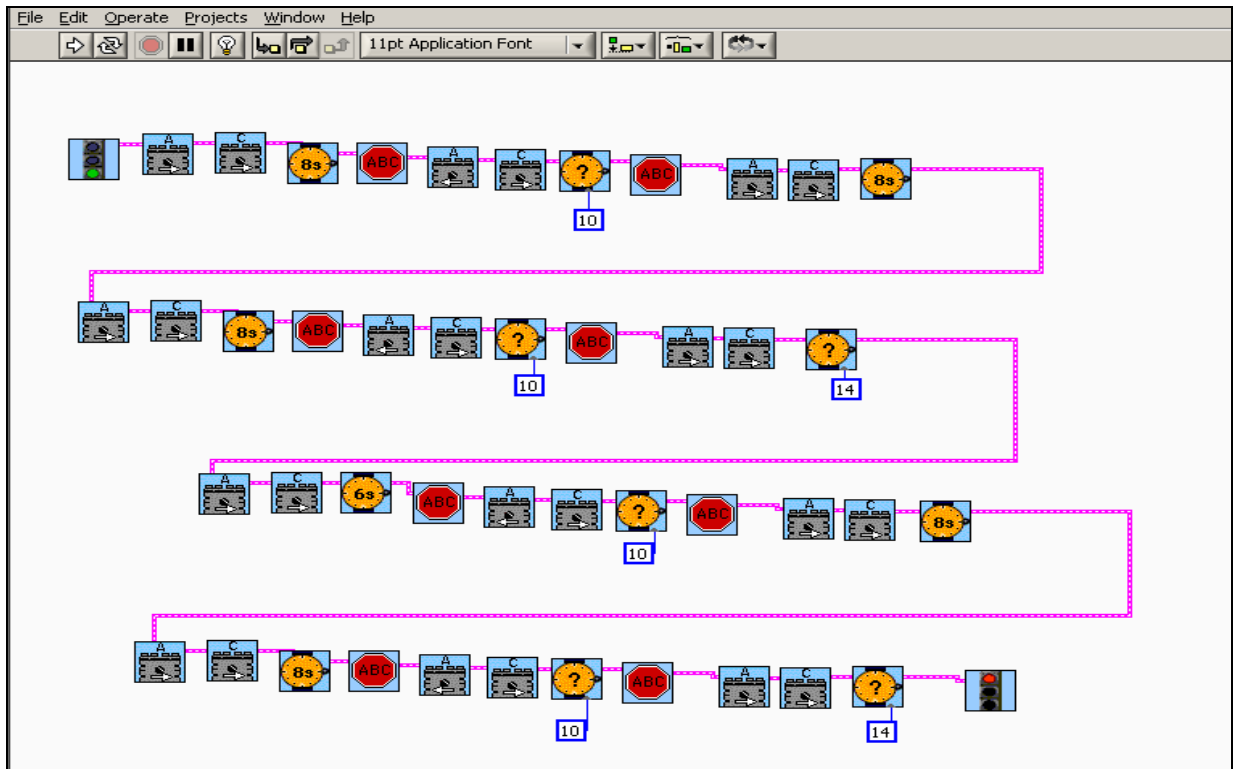


Figura 37 - Programação da mesa rectangular pelo Gato

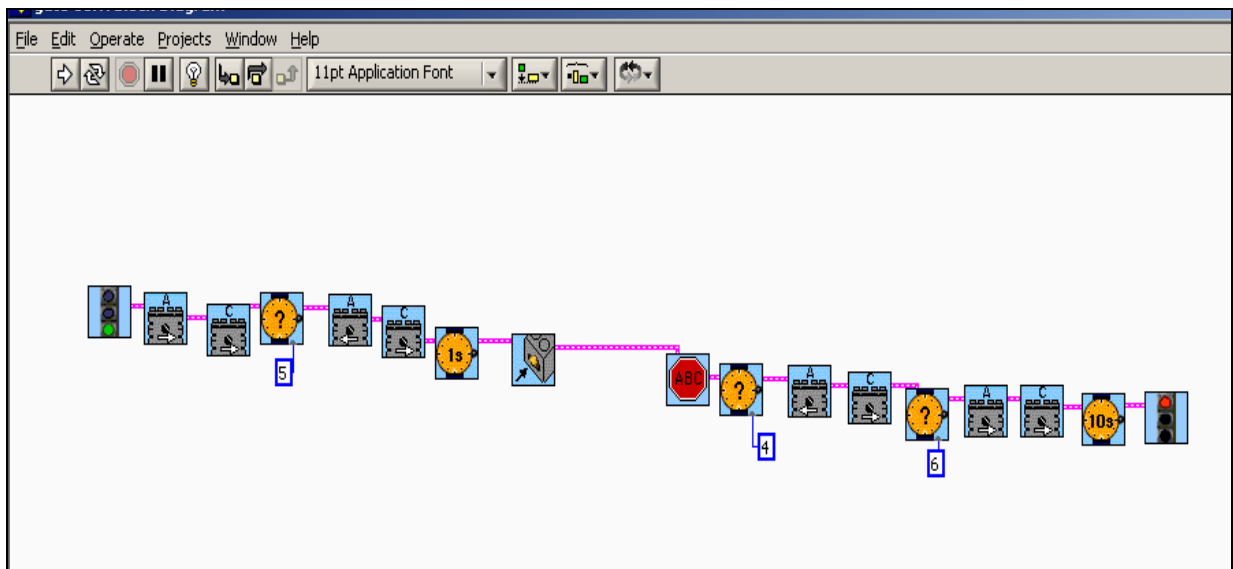
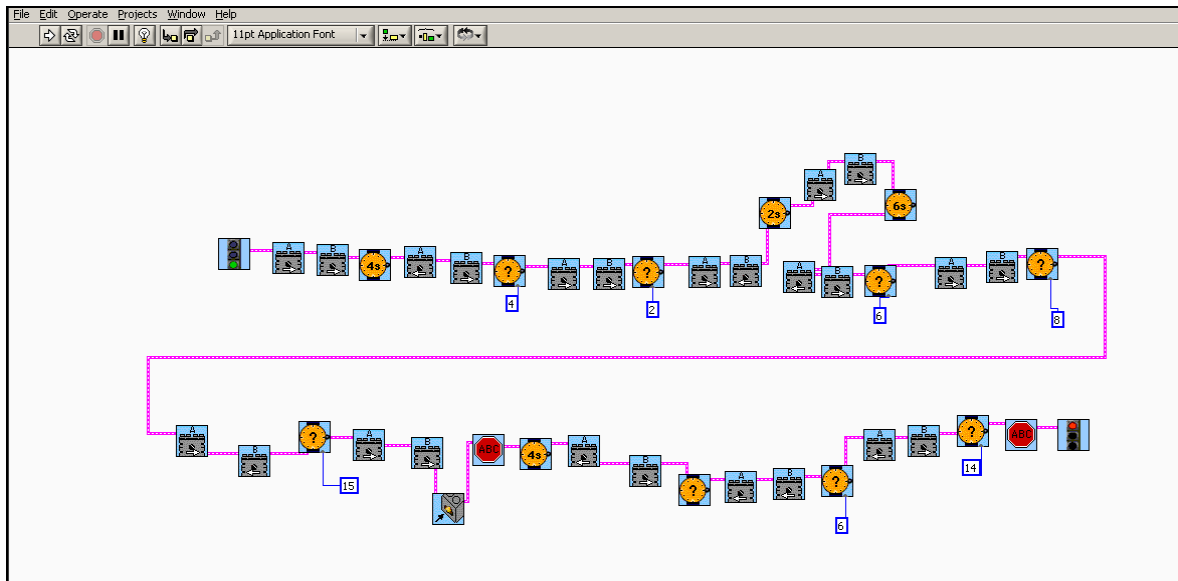


Figura 38 - Programação no Cenário Inicial pelo Gato



**Figura 39 - Programação no Cenário Final pelo Gato**

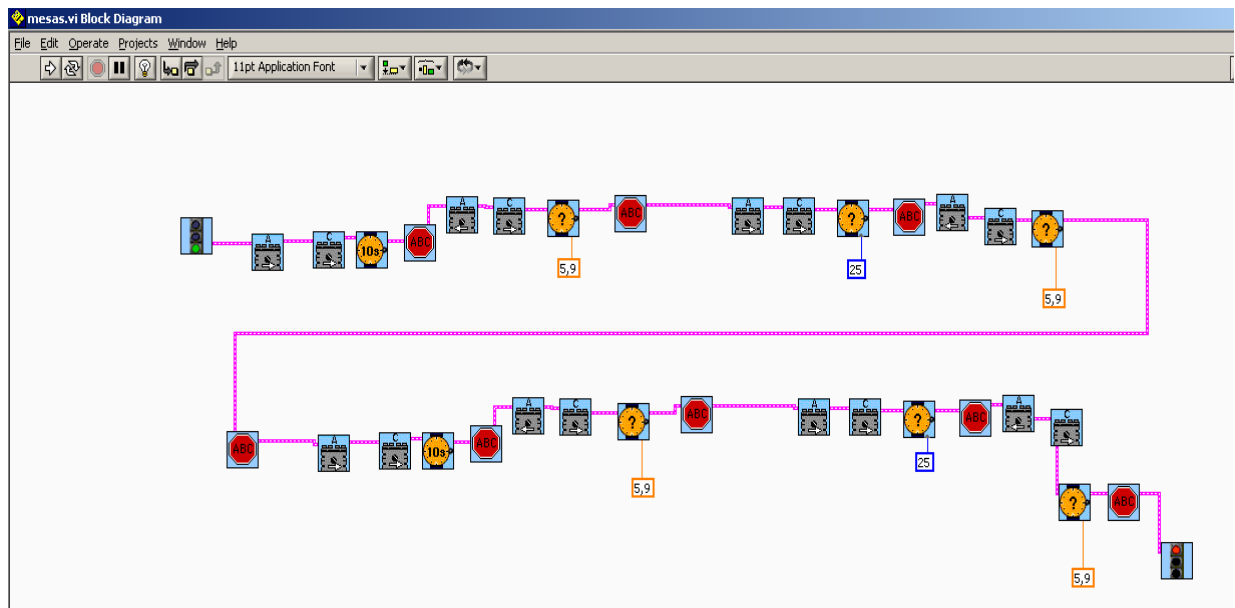


Figura 40 - Programação da mesa rectangular pelo Boi

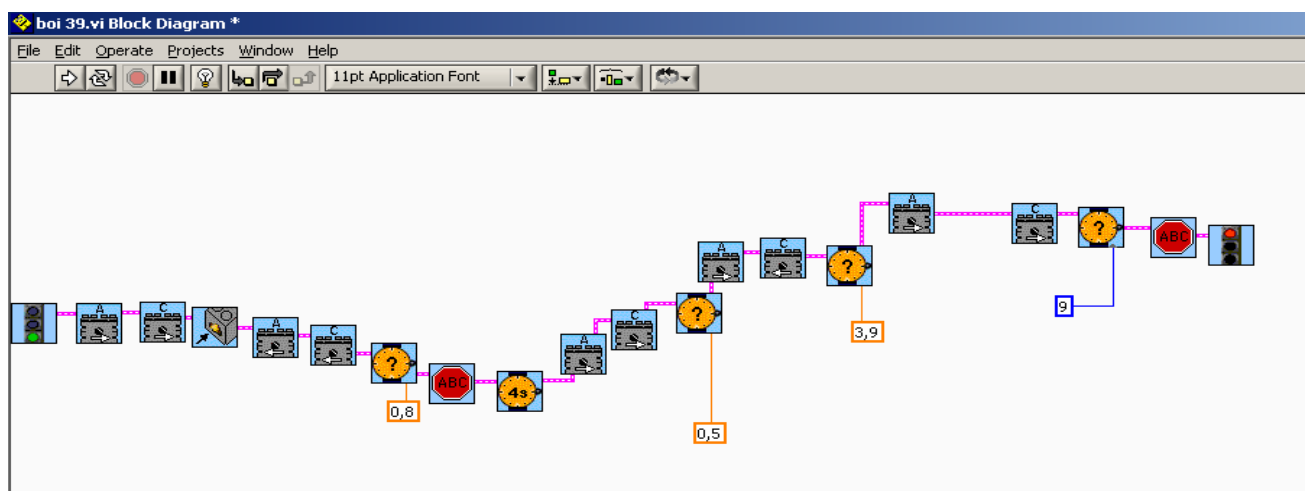


Figura 41 - Programação Cenário Inicial pelo Boi

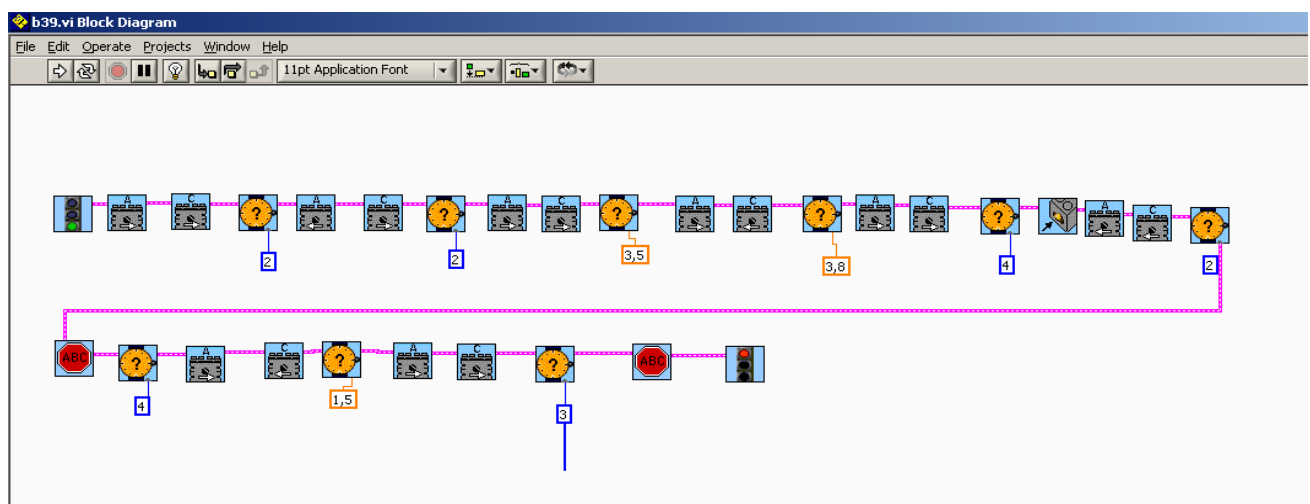


Figura 42 - Programação no Cenário Final pelo Boi

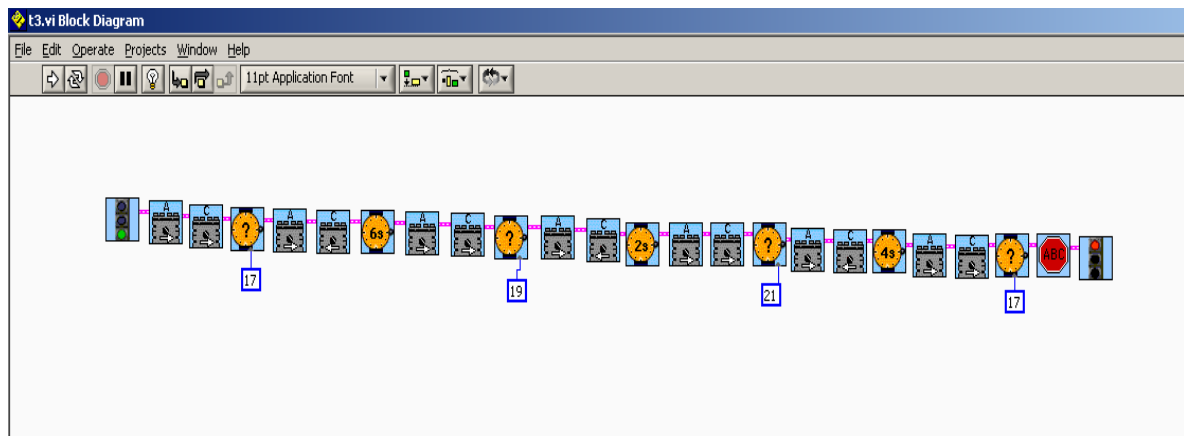


Figura 43 - Programação da mesa rectangular pelo Cão

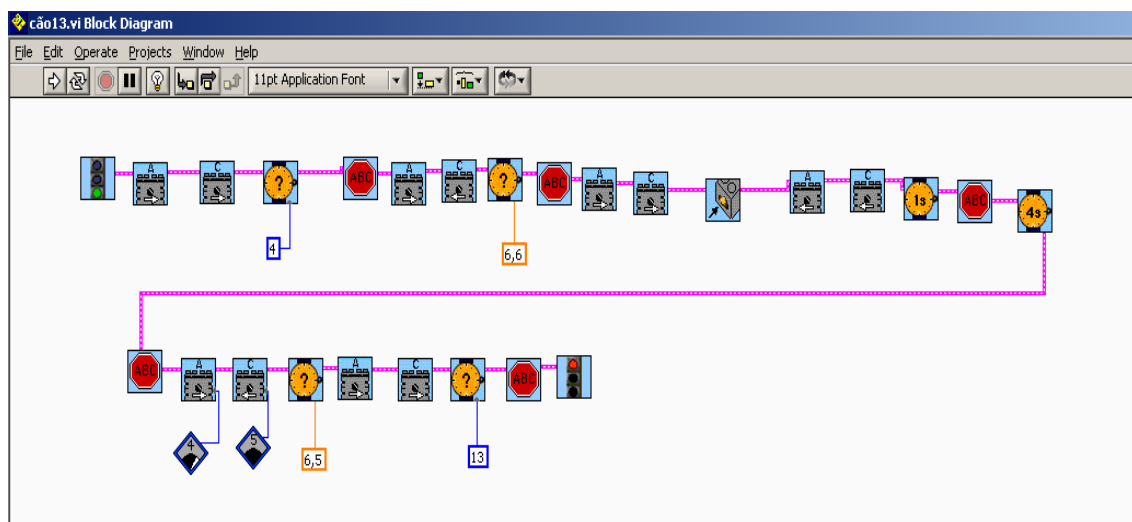


Figura 44 - Programação do Cenário Inicial pelo Cão

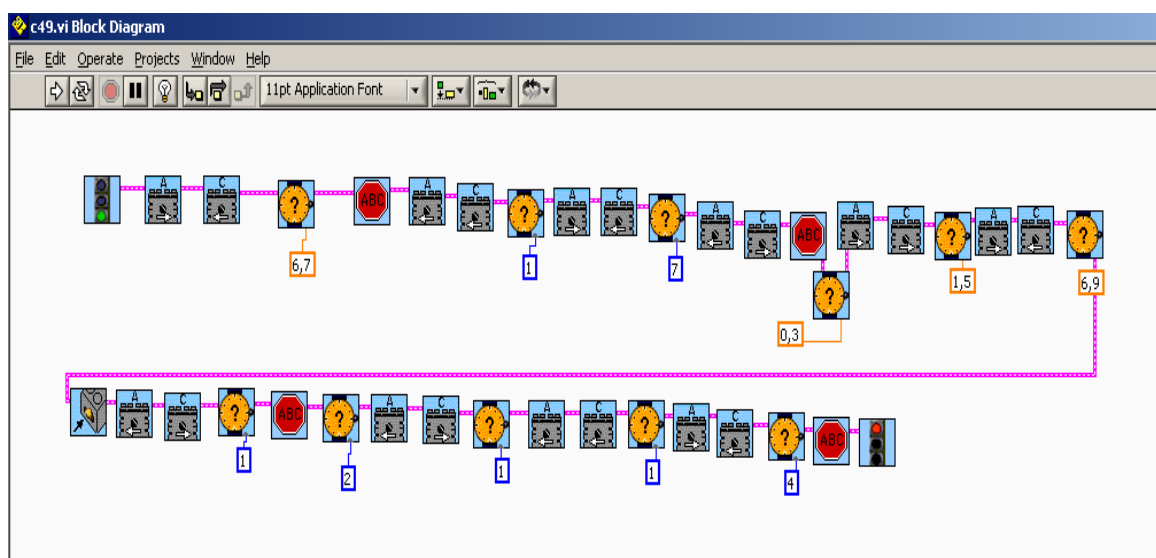
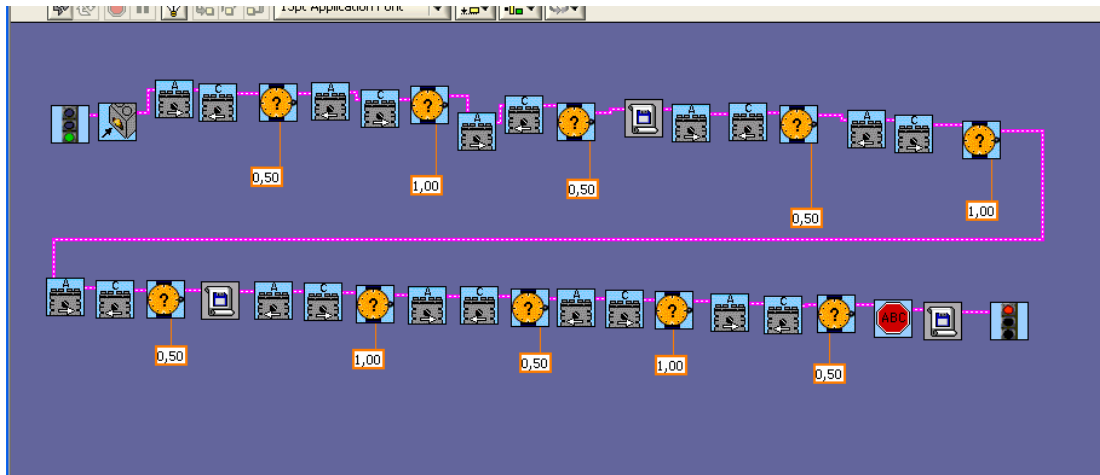


Figura 45 - Programação do Cenário Final pelo Cão



**Figura 46 - Programação da Carochinha a varrer**

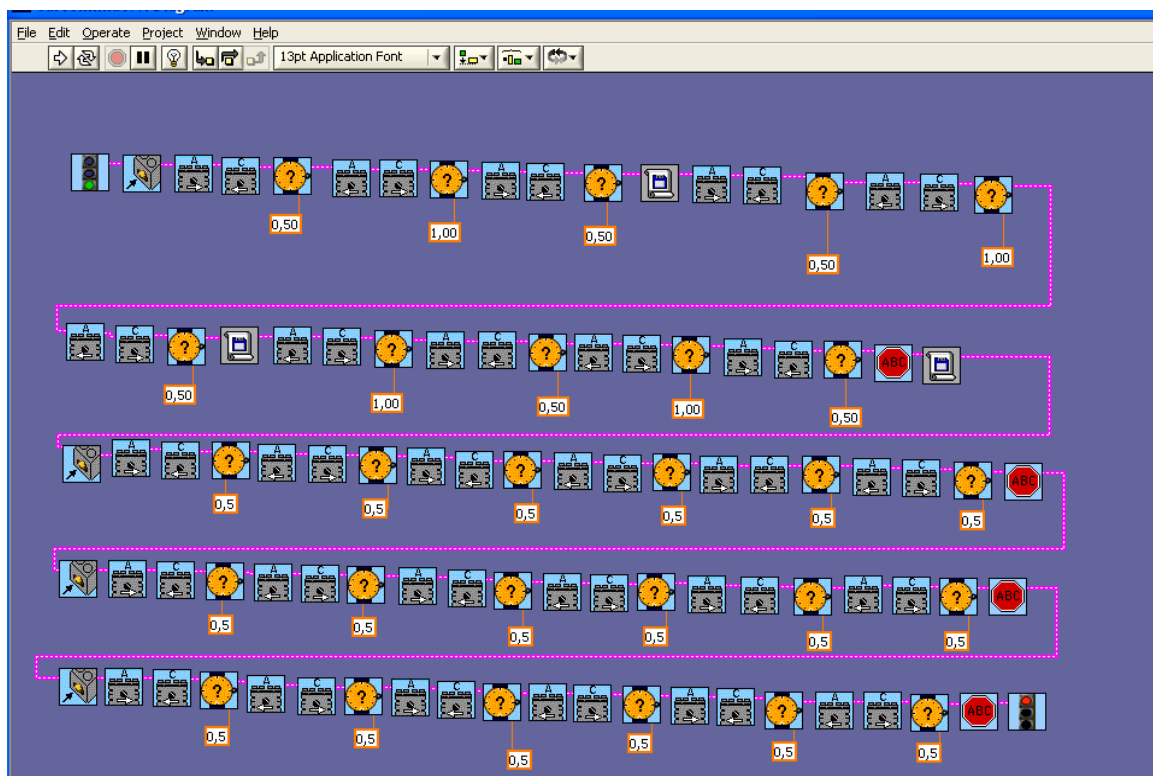


Figura 47 - Programação da Carochinha desde o varrer até ao dizer não ao gato



---

185

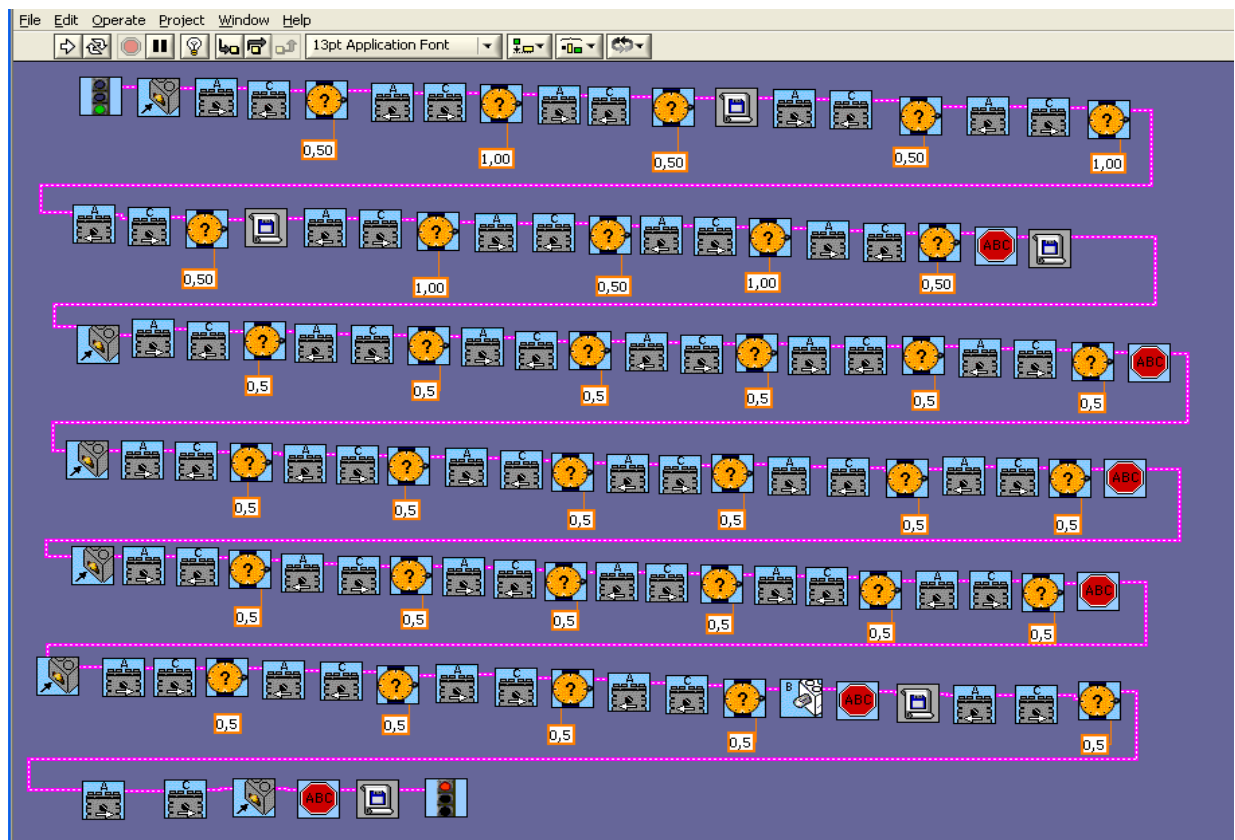



Figura 51 - Programação Final da Carochinha

## **Anexo J - Notícia do Jornal de Noticias**

# Robôs construídos por alunos dão show

► Segundo encontro de desporto robótico pretendeu dar a conhecer projectos de todo o país ► Crianças de ATL construíram uma história

 Pedro Antunes Pereira

Mais do que saber quem ganhou, o segundo encontro de desporto robótico que, ontem à tarde, se realizou na delegação de Braga do Instituto Português da Juventude, pretendeu dar a conhecimento os trabalhos que estão a ser desenvolvidos naquela área, um pouco por todo o país.

Assim, além de equipas do distrito de Braga, estiveram presentes jovens oriundos da Guarda e até de Lisboa. O festival está integrado na iniciativa "Hands-on Science" que, durante toda a semana passada, discutiu e mostrou a qualidade do ensino.

"Há professores que arranjam novas técnicas de ensino para motivar os alunos e a robótica é uma delas", explica o professor da Universidade do Minho, Fernando Ribeiro, que realça o facto "de os robôs que estão a concurso terem sido todos construídos por estudantes na disciplina de área-projecto", o que os motiva "a querer saber mais, leva-os a ter gosto pela robótica e a querer desenvolver projectos futuros na universidade".

## Confusão

"Uma autêntica confusão", é como os organizadores apelidam sempre estes festivais e, ontem, em Braga, não foi excepção: ou porque uma roda que não funciona, ou porque um braço se partiu, ou porque o pro-

grama de computador sofreu um "crash". Então, é ver alunos e professores embrenhados em frente das máquinas a tentar resolver o problema, porque, "mesmo a brincar, todos querem ser os melhores", referiu Ricardo Tavares, enquanto "vestia" o seu robô com a figura do ET: "Estes vão dançar!"

Mas antes da dança, houve a história da Carochinha, contava pelos miúdos do centro de Actividades de Tempos Livres (ATL) de S. Lázaro, em Braga, e dramatizada pelos quatro robôs que eles mesmos construíram, programaram e até musicaram.

Depois, vieram as provas de velocidade, de futebol robótico, de salvamento, de legos (baseado em situações para deficientes) e, finalmente, a dança. <

## **Anexo K - Noticia no Diário do Minho**



## História da “carochinha” inicia crianças na robótica



A história da Carochinha e de João Ratão foi interpretada por robôs

A história da Carochinha e de João Ratão foi interpretada por robôs

Luisa Teresa Ribeiro

A história da Carochinha e de João Ratão foi levada ontem à Universidade do Minho por uma professora do primeiro ciclo do Ensino Básico e dois alunos da EBI de S. Lázaro. A lição de moral que se pode tirar desta apresentação é que a imaginação e o trabalho são fundamentais para atrair as crianças para o fascinante mundo da ciência.

Na verdade, foram dois robôs que ontem repetiram diversas vezes a fatídica história – João Ratão acabava invariavelmente cozido e assado no

caldeirão –, perante o olhar fascinado de muitas crianças. Inês deu vida à Carochinha e Diogo ao João Ratão, sob a supervisão atenta de Célia Ribeiro, a mentora do projecto.

Esta docente desenvolveu um estudo experimental na área da robótica, no âmbito do Mestrado em Tecnologia Educativa. O trabalho envolveu cinco crianças que frequentavam o terceiro e quarto anos da EBI de S. Lázaro, num curso de Verão. Durante um mês, esta equipa construiu cinco robôs (a Carochinha, o João Ratão e os outros três pretendentes da protagonista), fez a sua progra-

mação e idealizou o cenário e a música para a trágica história.

O resultado foi apresentado ontem, na Feira da Ciência, que decorreu no âmbito da terceira conferência internacional organizada pela rede europeia "Hands-on Science" (Mãos à Ciência"), que durante uma semana reuniu em Braga cerca de 300 pessoas oriundas de 27 países.

Célia Ribeiro explicou ao *Diário do Minho* que o trabalho começou com a construção dos robôs em lego, para que fossem robustos, e só depois veio a fase da programação. «Como as crianças já trabalham com legos

esta fase foi mais fácil do que à partida se poderia imaginar. Seguiu-se a programação, que é icónica, o que também facilitou o trabalho», referiu.

Para esta professora, «os resultados foram bons», na medida em que os alunos se envolveram «a sério» no projecto, entusiasmando-se com os progressos e ficando tristes quando as coisas corriam menos bem. «Esta é uma maneira diferente de apelar à criatividade das crianças e de promover o desenvolvimento de diferentes competências», afirma.

A docente considera que estes projectos podem ser implementados nas escolas,

mas que há limitações de ordem monetária, uma vez que o material necessário para construir os robôs é caro. A esperança é que, em vez de "play stations", os miúdos comecem a pedir robôs como prenda de Natal.

## Uma aventura ...na ciência

«É uma aventura». Esta foi a forma como Inês definiu ontem a sua participação no projecto de construção dos robôs.

Esta menina, que deu vida à Carochinha, confessa que o que mais gosta é da parte da

programação e de ver que tudo está a «correr bem».

Apesar de gostar desta área, não pensa numa carreira na robótica. Diz apenas que vai seguir na área científica, mas que ainda não sabe exactamente o que quer fazer.

Diogo entrou nesta aventura sem saber. A mãe preencheu a ficha de inscrição e o menino acabou por ir para «ver se gostava».

Apesar de não ser exactamente aquilo que estava à espera, acabou por gostar e por revelar talento para a programação. Não obstante o jeito para esta área, o sonho do menino é ser jogador de futebol.